Revista de
AERONAUTICA
Y ASTRONAUTICA
NUM. 359
JULIO 1987
170 180 190
250 260 270 280 290 300 310 320 330
TOT
OS
AL
RI
NV
TV
FC
INSTRUCTORES DE EF-18
LEARJET 35A:
EL AVION DE NEGOCIOS
EN LA USAF
dossier:
INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Interpretación artística de la Inteligencia Artificial aplicada al avión de combate.
Autor: Goñi.

EDITORIAL 663

DOSSIER

INTELIGENCIA ARTIFICIAL 697

¿QUE ES LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL? *Por José M. de la Riva Grandal, Teniente de Aviación e Isabel Ausín Puertas, Licenciada en Matemáticas* 698

LA QUINTA GENERACION DE ORDENADORES. *Por José M. de la Riva Grandal, Teniente de Aviación* 705

APLICACION DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL A LA DEFENSA. *Por José Sánchez Méndez, Coronel de Aviación* 713

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EL AVION DE COMBATE. *Por Francisco J. Illana Salamanca, Comandante Ingeniero Aeronáutico* 719

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN MEDICINA: APLICACIONES EN SANIDAD MILITAR. *Por Julio Mezquita Arróniz, General Médico del Aire; Vicente Navarro Ruiz, Teniente Coronel Médico del Aire y José M. de la Riva Grandal, Teniente de Aviación* 725

ARTICULOS

Reflexiones: EL DESARME PSICOLOGICO DE LA OTAN. *Por Rafael Luis Bardají* 672

EL PRINCIPIO DE LA NO EXTRADICION EN LOS DELITOS MILITARES. *Por Juan Felipe Higuera Guimerá, Comandante Auditor del Aire* 675

INSTRUCTORES DE EF-18. *Por José A. Fernández Demaria, Capitán de Aviación* 678

ENFERMEDAD DESCOMPRENSIVA II. TRATAMIENTO. *Por César Alonso Rodríguez y Juan Carlos Salinas Sánchez, Capitanes Médicos del Aire* 686

BIORREOLOGIA ESPACIAL. *Por Serafín García Fernández; Josep M.ª López Bes; Marc Barraco Serra y M.ª Angeles Adriá Casal, Profesores de la Universidad de Barcelona* 691

EL AVION DE NEGOCIOS EN LA USAF: EL LEARJET 35 A. *Por Manuel Bryan Toro, Capitán de Aviación* 733

LA LOGISTICA AEREA.— LA GESTION DEL MATERIAL CON EL SND. *Por Eugenio Pinel Jiménez, Coronel de Aviación* 737

LA MISION CIENCIAS DE LA VIDA (COOPERACION CNES/NASA). *Por Antonio Castells Be, Teniente Coronel I.A.* 743

DEFENSA DE BASES AEREAS. UN IMPERIOSA NECESIDAD. *Por Víctor Ocaña Ferrera* 750

SECCIONES FIJAS

Cartas al director 662
Material y Armamento 664
Astronáutica 667
Industria Nacional 669
Alianza Atlántica/Pacto de Varsovia 671
Noticiario 754
Noticias del ISFAS 758
La Aviación en los Libros. *Por Luis de Marimón Riera, Coronel de Aviación* 760
Recomendamos. *Por R. S. P.* 761
La Aviación en el cine. *Por Víctor Marinero* 762
¿Sabías que...? 763
Semblanzas. *Por Emilio Herrera Alonso, Coronel de Aviación* 764
Bibliografía 765
Ultima página. Pasatiempos 766

Director H:
Coronel: **Emilio Dáneo Palacios**
Consejo de Redacción:
Coronel: **Jaime Aguilar Hornos**
Coronel: **Jose Sánchez Mendez**
Coronel: **Miguel Ruiz Nicolau**
Tte. Coronel: **Antonio Castells Be**
Tte. Coronel: **Miguel Valverde Gómez**
Tte. Coronel: **Joaquín Vasco Gil**
Comandante: **Fco. Javier Illana Salamanca**
Teniente: **Manuel Corral Baciero**
Redacción:
Teniente: **Antonio Mª Alonso Ibañez**
Teniente: **Juan Antonio Rodríguez Medina**
Diseño:
Capitán: **Estanislao Abellan Aglus**
Administración:
Coronel: **Federico Rubert Boyce**
Teniente: **Antonio González Rodríguez**

Publicidad:
De Nova
Teléfs.: 763 91 52 — 764 33 11

Fotocomposición e Impresión:
Campillo Nevado, S.A.
C/ Antoñita Jiménez, 34
Teléf.: 260 93 34
28019-MADRID

Número normal	275 pesetas
Suscripción semestral	1.650 pesetas
Suscripción anual	3.300 pesetas
Suscripción del extranjero	6.100 pesetas
IVA incluido	(más gastos de envío)

REVISTA DE AERONAUTICA Y ASTRONAUTICA

PUBLICADA POR EL
EJERCITO DEL AIRE

Depósito M-5416-1960 - ISSN 0034 - 7.647

N.I.P.O. 099 - 87 - 001 - 3

Princesa, 88 - 28008-MADRID

Teléfonos:
Dirección, Redacción: 244 26 12
Administración: 244 28 19

NUMERO 559
JULIO 1987

Revista de AERONAUTICA Y ASTRONAUTICA

cartas al director

El coronel Antonio Almodóvar Azorín nos remite las siguientes consideraciones, con el ruego de su publicación.

¿Es la A.G.A. la misma que cuando yo realizaba y me esforzaba en salir de la mejor forma posible de ella con un bagaje lo más alto posible en lo militar, en lo científico y en lo técnico?

Pienso que se ha elevado el conocimiento técnico y científico en la misma, de acuerdo con la evolución, que tanto técnica como científica se ha llevado a cabo fuera de ella.

Hoy posiblemente se tenga una preparación más equiparable con la formación universitaria, los tiempos van evolucionando. Pero ¿se ha seguido al mismo tiempo manteniendo ese espíritu militar, esa formación militar que en mis tiempos académicos existía?

La juventud de hoy, en general, todo lo discute, todo lo critica, no es propensa a los sacrificios, no le gusta la disciplina, y de acuerdo con esta mentalidad, que está en la calle, necesariamente, de alguna forma tiene que influir en la vida militar.

Ahora bien, todos estamos de acuerdo en que la formación de los alumnos en las Academias Militares tiene que llevarse a cabo en dos vertientes: una la formación militar propiamente dicha y otra la formación científica y técnica. Por lo que respecta a la formación Científica y Técnica no tengo dudas de que se ha logrado mejorar el nivel, que se ha conseguido un nivel básico que permite continuar a la salida de la Academia con los distintos cursos de especialización sin el menor problema de adaptación a los mismos. Lo que ya no estoy tan seguro es si en el aspecto militar se han llevado a cabo las transformaciones que la evolución de la Sociedad hace necesario pero ¡ojo! manteniendo las virtudes que ***antes, ahora*** *y* ***después*** *deben permanecer siempre toda la Institución Militar y en todos los Ejércitos para poder considerarlos como tales.*

Y así siendo los alumnos recipientes que hay que llenar, unos con conocimientos técnicos y científicos y otros con conocimientos militares, los primeros se irán rellenando durante toda la vida militar, será prácticamente imposible que su capacidad sea ocupada totalmente, siempre habrá algo que aprender. Los segundos, los conocimientos militares, lo que es la formación militar, por formar parte intrínseca de la misma los valores militares, éstos no hay que ir adquiriéndolos como los otros durante la vida militar, o se tienen a rebosar a la salida de la Academia o será muy difícil que después lleguen a completarse, y ahí es donde me gustaría estar seguro, que en compañerismo, espíritu de sacrificio, disciplina, sentido del deber, amor y entusiasmo por la profesión, etc., no ha decaído un ápice de aquellas promociones, que sin las comodidades actuales, supieron dar ejemplo de estas virtudes que ***fueron, son*** *y* ***serán*** *la médula de toda la formación militar.*

Admiro a aquellos militares que en los vaivenes de la vida militar, cuando ya peinan canas, cuando en algunos momentos sienten decaer ese espíritu que les ha permitido permanecer en sus puestos, vuelven la vista, e incluso piden un avión de fin de semana para marchar a la A.G.A. a reencontrarse a sí mismos con esa Plaza de Armas con su palmera y aquellas Escuadrillas blancas y azules y sentir todavía el paso cuando Juraron Bandera y "ver" la plaza aún engalanada y "escuchar" el "banderita tu eres roja...".

Nos nos engañemos, se podrá desear la mejor preparación científica y técnica, pero no podrá faltar nunca en una A.G.A. ese rebosar de virtudes militares, ese sentir con orgullo el uniforme que se lleva, esos ojos brillantes que quieren cortar las lágrimas al besar esa hermosa bandera roja y gualda y en esa emoción indescriptible, íntima, que hace pensar en aquellas estrofas tan bonitas que dicen "y el día que yo me muera, si estoy lejos de mi Patria, solo quiero que me entierren con la Bandera de España".

Por eso en cualquier Organización se puede triunfar con trabajo, preparación y estudios, pero en el Ejército se necesita algo más y ese "algo más" es intangible o se lleva o no se lleva y ahí es donde yo encuentro la diferencia entre cualquier Organización y Organización Ejército.

Son reflexiones de un viejo Coronel que desea lo mejor para esa juventud que muy pronto en Julio de este año estrenará con ilusión su uniforme de Teniente del Ejército del Aire y que ahora en ese mismo mes hará treinta años que él también lo hizo. ■

PUNTOS DE VENTA DE LA REVISTA

MADRID: LIBRERIA ROSALES, TUTOR, 57. KIOSCO CEA BERMUDEZ, 46. KIOSCO GALAXIA, FERNANDO EL CATOLICO, 86. LIBRERIA AGUSTINOS, GAZTAMBIDE, 77. LIBRERIA GAUDI, ARGENSOLA, 13. KIOSCO ALCALDE, PLAZA DE LA CIBELES. LIBRERIA SAN MARTIN, PUERTA DEL SOL, 6. KIOSCO, AVDA. FELIPE II, METRO GOYA. KIOSCO MARVAEZ, 24. KIOSCO PRINCESA, 86. LIBRERIA DE FERROCARRILES. KIOSCO PRENSA PRYCA, MAJADAHONDA. **ALBACETE:** LIBRERIA "ALBACETE RELIGIOSO", MARQUES DE MOLINS, 5. **BARCELONA:** LIBRERIA COLLECTOR, PAU CLARIS, 168. **BILBAO:** LIBRERIA "CAMARA", BUSKALDUNA, 6. **CADIZ:** LIBRERIA "JAIME", CORNETA SOTO GUERRERO, S/N. **CARTAGENA:** REVISTA "MAYOR", MAYOR, 27. **CASTELLON:** LIBRERIA "SURCO", TRINIDAD, 12. **LA CORUÑA:** LIBRERIA "AVENIDA", CANTON GRANDE, 18-20. **EL FERROL:** CENTRAL LIBRERIA, DOLORES, 2-4. **GRANADA:** LIBRERIA "CONTINENTAL", AVDA. JOSE ANTONIO, 2. **MALAGA:** LIBRERIA "JABEGA", SANTA MARIA, 17. **OVIEDO:** LIBRERIA "GEMA BENEDET", MILICIAS NACIONALES, 3. **PALMA DE MALLORCA:** DISTRIBUIDORA ROTGERS, CAMINO VIEJO BUÑOLAS, S/N. **SANTA CRUZ DE TENERIFE:** LIBRERIA RELAX, RAMBLA DEL PULIDO, 85. **SANTANDER:** PAPELERIA VALDEON, HERNAN CORTES, 32. **SANTIAGO DE LA RIBERA:** LUIS ESCUDERO BALLESTES. **SANTOÑA:** LIBRERIA "ELE", MARQUES DE ROBRERO, 11. **SEVILLA:** JOSE JOAQUIN VERGARA ROMERO, VIRGEN DE LLUAN, 46. **VALENCIA:** KIOSKO "AVENIDA", AVDA. JOSE ANTONIO, 20. **ZARAGOZA:** ESTABLECIMIENTOS "ALMER", PLAZA INDEPENDENCIA, 19

Editorial

LA enorme evolución experimentada por la Aeronáutica en los últimos años, ha situado a nuestro Ejército del Aire ante un auténtico reto, responder a las exigencias tecnológicas de los nuevos sistemas de armas que en un futuro no muy lejano van a ser la espina dorsal de nuestro poder aéreo. Sistemas sofisticados que pueden ocultar la imagen del principal protagonista, el hombre y más concretamente nuestros pilotos.

No cabe duda que algo debe cambiar en el soporte médico de nuestros pilotos si éstos han de responder a factores de riesgo inexistentes hace unos años. Es por ello que nuestra Medicina Aeroespacial debe estar preparada para conocer los condicionamientos específicos del medio donde se desenvuelven nuestros tripulantes, valorar su estado psico-físico, enseñarle los condicionamientos fisiológicos a los que está sometido y situarle en las mejores condiciones psicológicas posibles que junto a su experiencia acumulada, le permita con menos esfuerzo psico-físico desarrollar su misión.

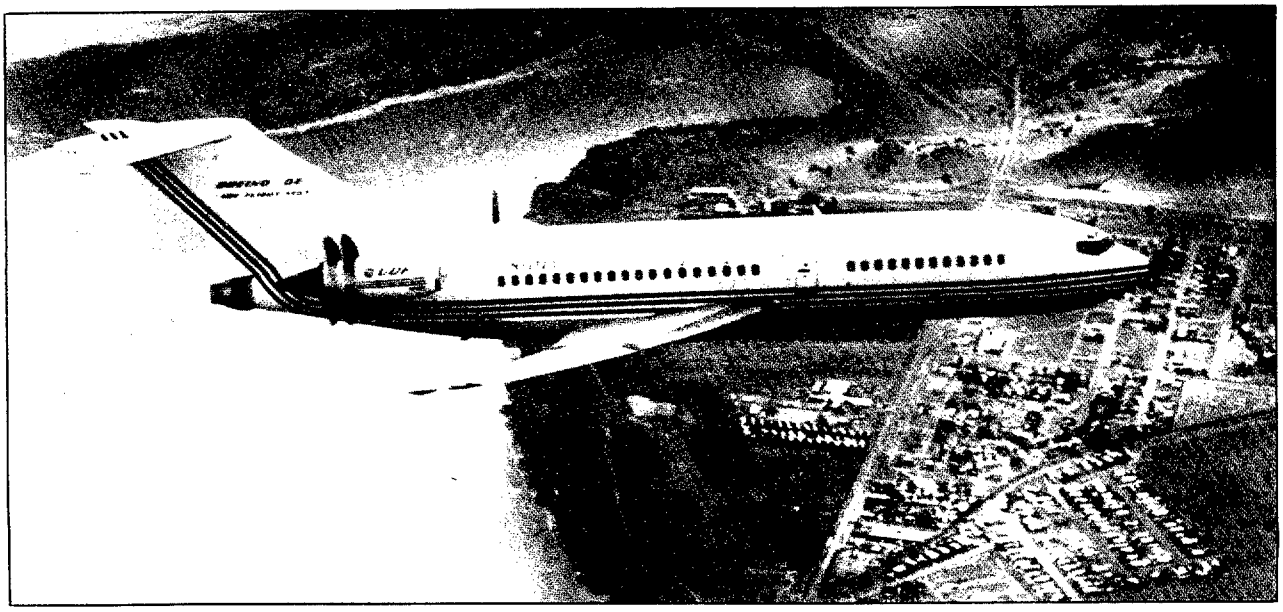
El CIMA debe ser una Unidad de ayuda a nuestros pilotos y no limitarse meramente a realizar una comprobación de sus posibilidades psico-físicas como sucede, en parte, en la actualidad. Para ello tendría que empezar por aplicar nuevos métodos de selección para ingreso en la Academia General del Aire (AGA), no solamente realizando la aplicación de un RAO mucho más dinámico, por las exigencias de los avances tecnológicos de la propia Medicina Aeronáutica, sino empleando métodos más profundos en el campo psicológico, que hagan que la selección sea más positiva, más profunda, más estable; en definitiva, más rentable y eficaz. Luego, el CIMA deberá aplicar sus medios al servicio de los pilotos para que éstos reciban un entrenamiento fisiológico adecuado que permita aumentar su rendimiento de vuelo, incrementando, por lo tanto, su capacidad resolutiva y sus márgenes de seguridad.

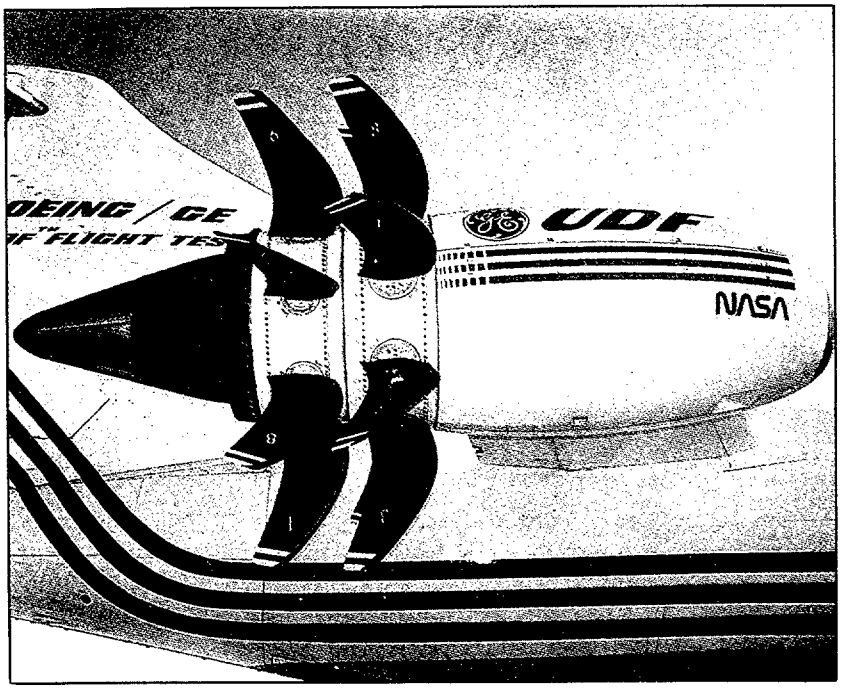
Naturalmente, todo este contenido funcional ha de traducirse para el CIMA en un cambio de mentalidad, una renovación de sus sistemas de trabajo y una adaptación de sus instalaciones, de forma que todo ello contribuya al más eficaz cumplimiento de su misión.

Es lógico pensar que el desarrollo de esta nueva actitud del CIMA, ha de ser aplicada paulatinamente a lo largo del tiempo, pero quizás sea ahora el momento de empezar con estos nuevos métodos de selección y entrenamiento en las nuevas promociones, que son las que en un futuro ya muy próximo, tendrán que enfrentarse con la nueva tecnología aeronáutica, que se dibuja en el horizonte de la aviación de combate, en el mundo moderno. ■

Material y Armamento

ESTADOS UNIDOS





PRUEBAS DEL U.D.F. El nuevo motor de General Electric UDF turboventilador ha completado con éxito las pruebas en vuelo en un avión Boeing 727, alcanzando y superando todas las previsiones.

Se espera que el UDF mejore significativamente la industria aeronáutica de transporte en los años 1990, con ahorros de combustible de 40 a 70% sobre los aparatos actualmente en servicio.

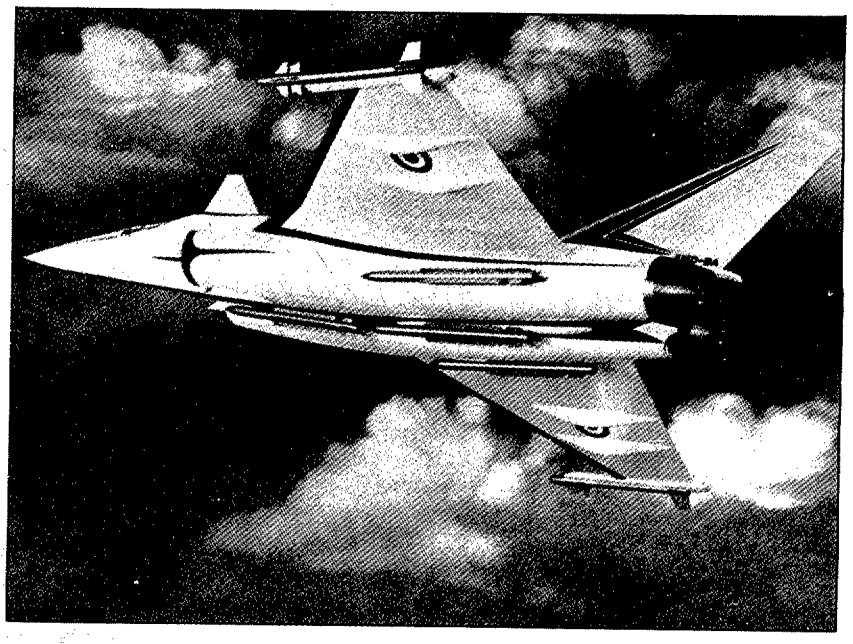
El programa de pruebas en vuelo, realizado con un motor experimental UDF, se debe al esfuerzo combinado de GE y Boeing Company. Este programa ha sido posible como resultado de cinco años de investigación en el Centro de Investigación Lewis de la NASA para demostrar la viabilidad del concepto UDF. El apoyo técnico y financiero de la NASA contribuyó al éxito de las pruebas en tierra del motor utilizado en el 727 de pruebas en vuelo.

Las pruebas en vuelo han incluido 25 vuelos, totalizando más de 41 horas, en las instalaciones de GE de Mojave, California. El rendimiento del motor UDF ha sido satisfactorio a velocidades de hasta 0,84 Mach y alturas de hasta 36.000 pies, condiciones típicas en las aerolíneas modernas. El diseño original del motor incluye dos grupos de paletas contrarrotatorias de paso variable de turboventilador accionadas directamente, sin caja de engranajes, por una turbina contrarrotatoria. El motor es controlado mediante una simple palanca de cabina y sistema electrónico que se comportó excepcionalmente bien en todo el programa de pruebas.

Los niveles de ruido externo han sido los previstos en las pruebas de modelos a escala, asegurando con ello que las unidades de producción ofrecerán niveles muy bajos de acuerdo con las más estrictas regulaciones. Asimismo, las pruebas de niveles de ruido en tierra, con el aparato en condiciones operativas típicas, muestran que el UDF es tan silencioso como cualquier transporte actual.

Material y Armamento

Los niveles de ruido de cabina y la transmisión de ruidos en vuelo al fuselaje han sido mejores de lo esperado, lo que permite mejorar el tratamiento acústico y antivibratorio del aparato. Los niveles de vibración del motor fueron también inferiores a los de los turbofán modernos, lo que es otra ventaja de diseño y confort de cabina.



FRANCIA

UN CENTENAR DE VUELOS. El avión "Rafale", de Marcel Dassault-Breguet Aviation, ha efectuado su vuelo de pruebas número cien. Recordemos que su primer vuelo lo efectuó el 4 de julio de 1986. La cadencia de los vuelos de prueba no puede ser, por tanto, más satisfactoria.

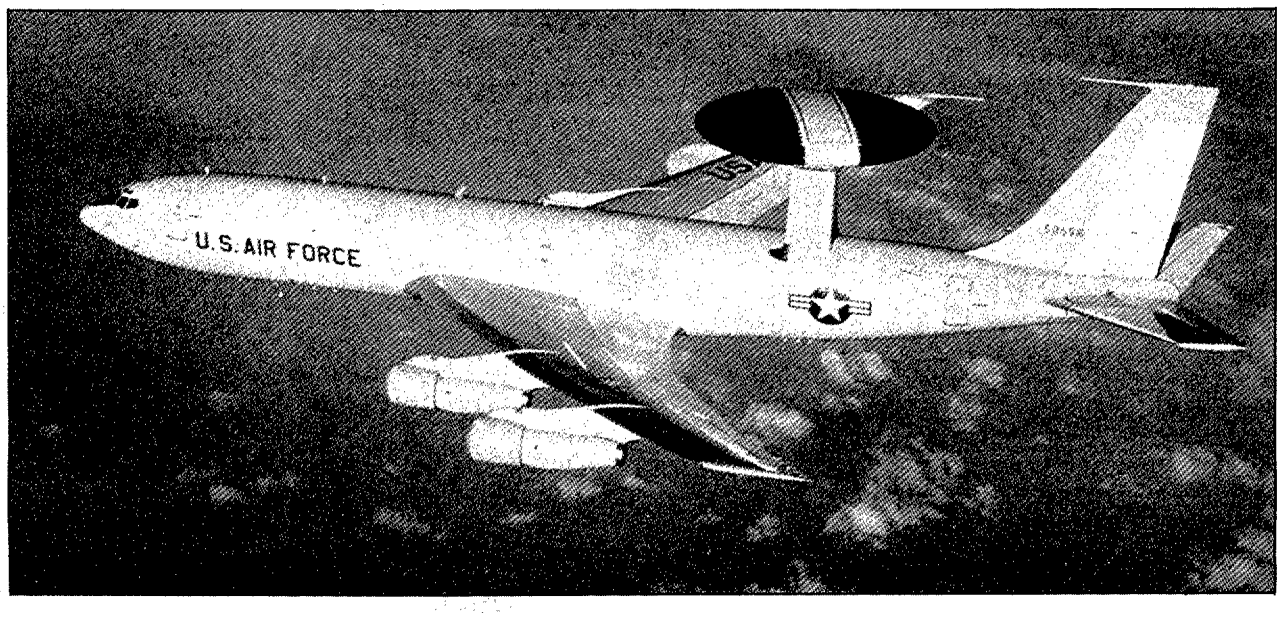
Este último vuelo forma parte de los que se están efectuando para utilizar en portaaviones un avión de combate derivado del "Rafale". Se han efectuado aterrizajes sobre la cubierta del portaaviones simulada a velocidades de 120 nudos, considerablemente inferior a la del "Super Etendard" y se han conseguido velocidades estabilizadas de 90 nudos en vuelo continuo.

No olvidemos que el "Rafale" ha alcanzado el Mach 2 en sus vuelos de prueba.

ELECCION DEL AWACS. Francia ha pedido a la casa Boeing tres aviones AWACS y ha hecho opción a dos aviones más, lo cual ha sido confirmado por el ministro francés de Defensa.

Francia disponía ya de una buena red de defensa aérea en tierra, prolongada por buques radar en el mar, pero los progresos de los modernos aviones de combate de gran radio de acción que vuelan a muy baja cota, ha exigido este sistema de detección en altura por medio de los radares de a bordo.

El coste del pedido se eleva a 5.750 millones de francos. Boeing, por su parte, comprará armamentos france-

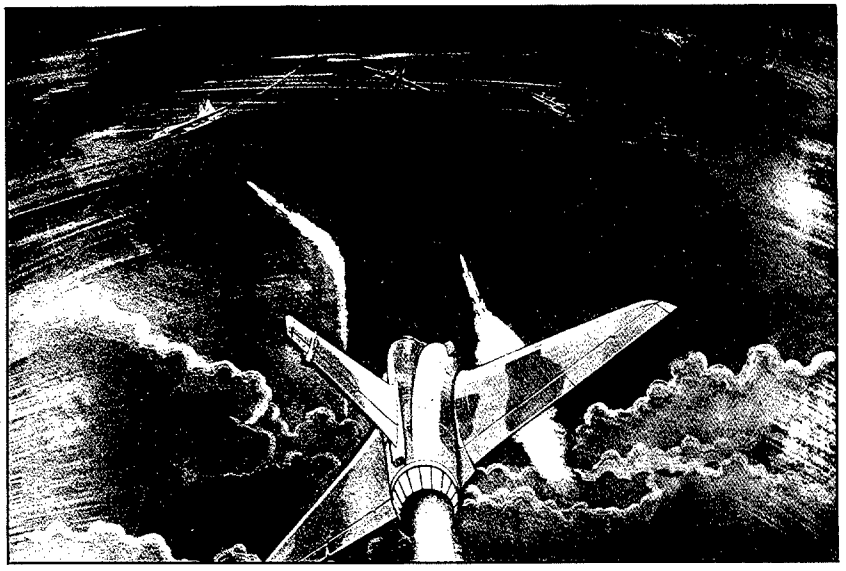


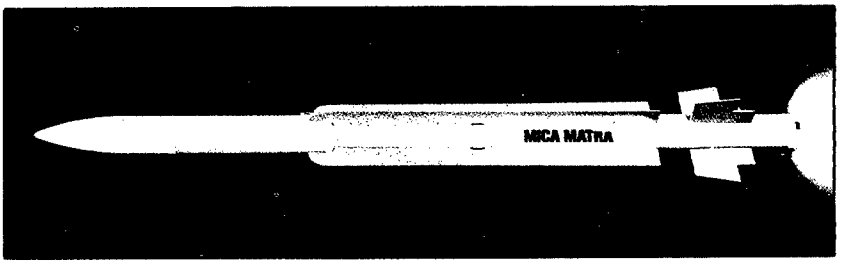
ses por un 130% de esa cifra. Los tres primeros aviones serán entregados en 1990 y 1991.

Se trata de la conocida versión del Boeing 707 con la antena rotativa pero que, en este caso, irán propulsados por motores francoamericanos CFM-56. Su autonomía, con repostado en vuelo, sobrepasa las veinte horas.

MISIL INTELIGENTE Y POLIVALENTE. La Dirección de Motores de la Delegación General de Armamento francesa ha confirmado el contrato para el pleno desarrollo del misil aire-aire "MICA", de autodefensa, combate cerrado e interceptación. Puede efectuar estas tres misiones, ya que, según asegura su fabricante, la casa MATRA, es igual de efectivo a largas que a muy cortas distancias, debido a los diferentes sistemas de guiado que lleva incorporados. En el dibujo, aparece un MIRAGE 2.000 efectuando varios lanzamientos simultáneos a blancos situados a diferentes distancias.

En la fotografía inferior puede verse el misil que mide 3,10 metros y pesa 110 kgs.





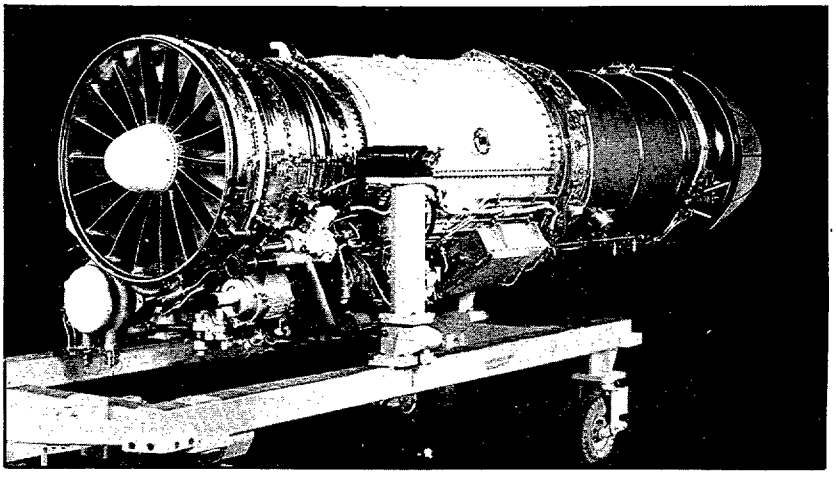
ESTADOS UNIDOS

MOTORES F404 PARA LOS NUEVOS AVIONES DE COMBATE. Más de 1.400 motores F404 equipan actualmente los aparatos F/A-18 Hornets McDonnell Douglas en servicio con la US Navy y Marine Corps, Fuerzas Aéreas Canadienses, Fuerzas Aéreas Australianas y Fuerzas Aéreas Españolas.

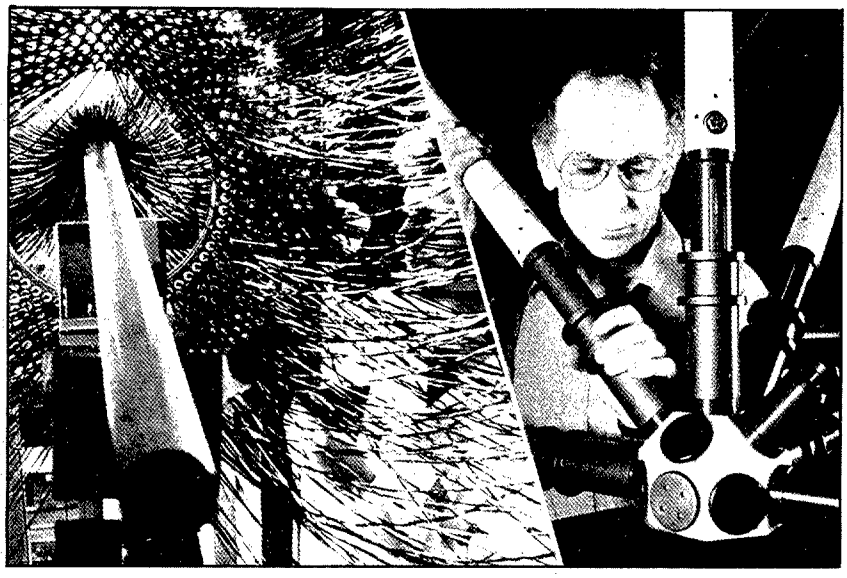
El avión JAS 39 Gripen del Grupo Industrial Sueco irá también equipado con un motor derivado F404, de 18.000 libras de empuje, cuando inicie su programa de pruebas en vuelo a finales de este año. Un modelo de posquemador del F404 ha sido seleccionado para el nuevo avión ligero de combate de la India, y un derivado F404 sin posquemador para el programa A-6F de la US Navy y para el programa de mejoras A-4S-1 en las Fuerzas Aéreas de la República de Singapur.

El F404 equipa también el Avión Experimental de Tecnología Avanzada Grumman X-29 y el Dassault-Breguet "Rafale" francés. Asimismo, este motor es candidato para el avión japonés FSX, el yugoslavo "Novi Avion", para los programas de remotorización de los A-6E, EA-6B, Mirage V y F-7, así como para el prototipo de avión Eurocaza.

En varias fases de desarrollo se encuentran derivados F404 de alto grado de intercambio. Previstos para aplicación en misiones desde ataque subsónico a baja altura hasta interceptación a gran altura, los nuevos modelos incorporan características de misión controlada al tiempo que maximizan las ventajas del diseño original. ■



Astronáutica



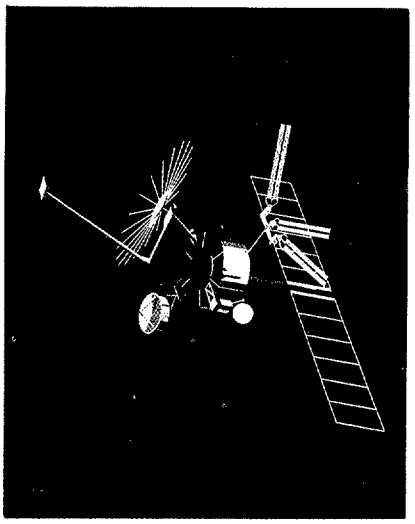
ESTRUCTURAS DE LA ESTACION ESPACIAL. La compañía Lockheed está trabajando actualmente en la fabricación de unas tornapuntas que configurarían la estructura de la estación espacial de la NASA. A la izquierda de la fotografía, aparece un experimento para la fabricación de tornapuntas de epoxy de grafito de aluminio revestido. Un segundo tubo de menor diámetro mantiene las fibras de granito en posición con el fin de inyectar resina alrededor de ellas. El epoxy de grafito es uno de los elementos que podrían servir como base para la estructura de la estación espacial, a tenor de su ligereza, resistibilidad y rigidez, superior a la de muchos metales.

En la otra instantánea se observan las comprobaciones a que son sometidos los mecanismos de bloqueo y unión y el ajuste de las tornapuntas en uno de los vértices de los segmentos que componen la estructura de la estación espacial. Los mecanismos de bloqueo han sido diseñados de tal manera que los astronautas que se alojen en la estación puedan montar las estructuras con el menor esfuerzo y en menor tiempo posibles.

N-ROSS, UN OJO EN EL CIELO PARA INFORMAR DEL MAR. Una nave espacial dotada de cuatro exóticos instrumentos podría suministrar a marineros, científicos y comerciantes mayor información y datos más relevantes sobre las condiciones marítimas de navegación a escala mundial. Esta nave, que se conoce con el nombre de N-ROSS (Navy Remote Ocean Sensing System—Sistema Sensor Oceánico a Distancia para la Marina—) podría ser construida por Lockeheed si obtiene la concesión del contrato que se adjudicará este invierno.

La N-Ross podría obtener un plano de la situación marítima cada 36 horas, midiendo con precisión la temperatura de la superficie del mar, la dirección y fuerza del viento y la extensión de hielo en el mar. Sus transmisiones diarias de datos se procesarían en tierra creando así unos "productos" oceanográficos tales como mapas del viento en la superficie del mar, cartas de corrientes oceánicas, de zonas de lluvia y de localización de áreas de hielo marítimo.

El diseño que propone Lockheed Missiles & Space Company para el Sistema de Sensor Oceánico a Distancia (N-ROSS) para la Marina norteamericana incluye tres pares de antenas delante de los paneles solares; el radiómetro de pasivo SSM/I, a la derecha del cuerpo de la nave; el altímetro de radar pulsado, representado por el bidón más pequeño y la antena en forma de malla, situada en la parte inferior a la izquierda, y que resulta ser un radiómetro de baja frecuencia LFMR que gira en sincronización con el SSM/I para que las lecturas de las temperaturas sean iguales.



La nave espacial N-ROSS de Lockheed.

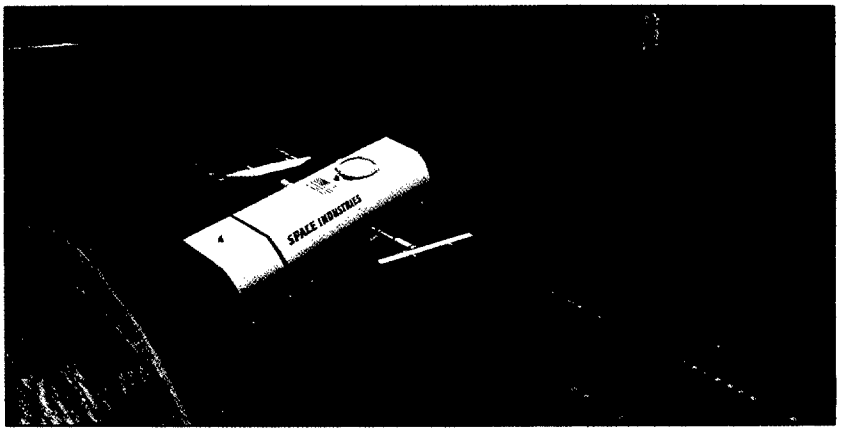
LOCKHEED INICIA LA SEGUNDA FASE EN EL DISEÑO DE UN MODULO DE POTENCIA DESTINADO A INSTALACIONES INDUSTRIALES EN EL ESPACIO. Los ingenieros de Lockheed han comenzado la segunda fase del diseño de un módulo de potencia de 28 Kw para una instalación industrial espacial que se prevé sea puesta en órbita a principios de 1990. Esta instalación se utilizará para la investigación y fabricación de materiales así como para la prueba de tecnologías espaciales en ambientes de microgravedad.

Astronáutica

El módulo de potencia —de más de 31 metros de envergadura— dispondrá de dos sistemas de alas flexibles, cada una de las cuales estará cubierta por casi 30.000 células solares de silicio unidas a un circuito impreso contenido entre dos planchas de plástico Kapton. Cada ala podrá generar 14 Kw de corriente eléctrica.

El módulo de potencia dispondrá de un sistema de alas solares flexibles al igual que ocurría con el Experimento de Vuelo por Sistema de Antenas Solares —Solar Array Flight Experiment (SAFE)— que fue probado con éxito durante el vuelo del transbordador en septiembre de 1984.

"La firma del contrato para esta segunda fase de la construcción del módulo de potencia es un hecho muy importante", ha señalado el director del proyecto. "Los esfuerzos realizados durante los últimos dos años han confirmado que las Instalaciones Industriales Espaciales pueden utilizar la tecnología probada con el experimento SAFE.



Este módulo de potencia puede operar por si sólo o unido a cualquier otra nave espacial, como pueden ser el transbordador o la propia Estación Espacial.

INSTRUMENTO PARA LA OBSERVACION SOLAR. La división Missiles & Space de la compañía Lockheed ha sido elegida por la NASA para la construcción de un telescopio de rayos X con el fin de estudiar las protuberancias y la formación y evolución de las manchas solares. Este telescopio significa la contribución norteamericana a la misión japonesa Solar-A que estudiará el Sol durante su próximo período de máxima actividad, previsto para 1991. El lanzamiento del cohete japonés que transportará el telescopio está previsto para el verano de ese año.

El objetivo primordial de la misión es, en palabras de sus encargados, el estudio de las relaciones que existen entre los fenómenos solares —protuberancias y manchas solares— y el complejo campo magnético solar. La superficie del sol, lejos de ser un disco perfecto como a simple vista podría parecer, es más parecido a un *puchero* hirviendo. Imperfecciones como explosiones masivas o erupciones y bolsas magnéticas con gases super-calientes, desprenden enormes cantidades de energía. El instrumento enviará imágenes de las protuberancias y las manchas que ayudarán a explicar estos procesos.

EL "METEOR", SATELITE CLIMATOLOGICO SOVIETICO UTILIZADO POR 15 PAISES. En Tashkent (URSS) se ha fundado un centro regional para recibir y procesar la información enviada por satélites. La información meteorológica enviada por los satélites "Meteor" y procesada en el centro se utiliza ampliamente para los pronósticos.

El centro recibe fotos espaciales cuatro veces al día, lo que permite seguir el desarrollo de los procesos en la atmósfera. Luego, las fotos llegan al laboratorio de análisis, donde los especialistas las colocan sobre la red de meridianos para trazar mapas meteorológicos que se envían a los meteorólogos.

El centro de Tashkent recibe información meteorológica desde el océano Indico hasta el Círculo Polar y desde la Europa Central hasta la Siberia Oriental. Los meteorólogos de Tashkent prestan sus servicios a enormes áreas de otros países asiáticos, donde no hay estaciones y, lógicamente, es muy necesaria la información espacial.

La Unión Soviética fue el primer país en utilizar satélites para las necesidades hidrometeorológicas. El tercer satélite soviético, colocado en órbita el 15 de mayo de 1958, inició la época de las observaciones meteorológicas desde el espacio. ■

Industria Nacional

NUEVOS A.P.U. PARA LA AVIACION MEDIA. Han sido presentados recientemente en España los nuevos A.P.U. HELI 1.500 Amp. y HELI 2.000 Amp. destinados a toda la aviación media.

Son de fabricación 100% nacional y están fabricados por la empresa PEGANASA dedicada al suministro general de aviación. Se presentan con dos tipos de potencias y con la posibilidad de ser dependientes de la red eléctrica o totalmente autónomos con generador. Actualmente operan varias unidades en España con los Helicópteros de la POLICIA NACIONAL, y han superado con éxito las pruebas de arranques y estacionarias en los C-101 y C-212 AVIOCAR efectuadas en la factoría de C.A.S.A. en Getafe (línea de vuelo). Ha de destacarse que no necesitan ningún mantenimiento, son manejables por una sola persona y proporcionan una gran seguridad en los arranques por su gran capacidad.

PEGANASA (Pegamo Navarra, S.A.) es una empresa dedicada durante 25 años al suministro de aviación. Sus actividades se centran en el suministro de material neumático, hidráulico, utillaje y componentes electrónicos.

SEGUNDA EDICION DE P 11. (Salón de Equipos y Sistemas de Electrónica para la Defensa y Defensa Civil). En el próximo año de 1988, del 8 al 11 de marzo, está prevista la celebración de la Segunda Edición del Salón P 11. Esta decisión está motivada por la expectación despertada tanto entre los visitantes y la prensa especializada, como entre los expositores que han demostrado un decidido interés de volver a presentar su oferta a un público internacional de especialistas. Los sectores participantes serán los siguientes: 1. Electrónica. 2. Transportes. 3. Técnicas e Ingeniería. 4. Armamento y municiones. 5. Optica y Optrónica. 6. Textiles, Uniformes, Equipos diversos y especiales. 7. Diversos. 8. Sistemas Logísticos. 9. Organismos Oficiales y Asociaciones. 10. Publicaciones especializadas. Paralelamente a esta Feria se celebrarán las III Jornadas de Electrónica Militar, organizadas por el Círculo de Electrónica Militar.

Un campo muy importante dentro del marco de actividades del Salón P 11 es el de la revisión del Plan Electrónico e Informático nacional. Otro sector de mucho interés es el de los uniformes, útiles de campaña, metalurgia, etc., en el que se agrupan entre 26 y 30 sociedades, con 20.000 trabajadores y una facturación anual de unos 9.000 millones de pesetas.

En el número 545 de nuestra Revista, correspondiente al mes de mayo de 1986, dimos cuenta de la primera edición del P 11, que tuvo lugar dentro del marco de SICUR 86, del 11 al 15 de febrero. En esa muestra colaboraron IFEMA y los ministerios de Defensa, Interior e Industria y Energía. Participaron las principales firmas que se dedican a comunicaciones, siendo digna de mención la presencia masiva de las industrias del INI de este campo. A pesar de las restricciones, que por razones de seguridad se impusieron a los visitantes, esa muestra tuvo un gran éxito, siendo muy concurridos los stands, tanto de las industrias nacionales como de las internacionales que tomaron parte en esa edición del P 11.

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE ANTENA PARA TELEVISION DIRECTA ENTRE LA PENINSULA Y CANARIAS. La Agencia Espacial Europea ha contratado con un grupo de Empresas e Instituciones españolas, la construcción de un modelo eléctrico de una antena multi-haz.

El grupo, liderado por CONSTRUCCIONES AERONAUTICAS, S.A. junto con RADIACION Y MICROONDAS (RYMSA), la ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION, el INSTITUTO DE ELECTRONICA DE COMUNICACIONES y el INTA, desarrollará el sistema de alimentación de un reflector único en Europa de 3 metros de largo por 2 de ancho, ya construido por C.A.S.A dentro de un programa tecnológico de la Agencia Espacial Europea. ■

Alianza Atlántica/Pacto de Varsovia

M.R.N.

NUEVO JEFE DEL ACCHAN

El Comité de Planes de Defensa de la OTAN ha aprobado la designación del Vicealmirante inglés Sir Julian J. R. Oswald, como comandante en Jefe del Mando Atlántico del Canal (CINCHAN) y comandante del Area Oriental Atlántica, con el rango de Almirante y efectividad de mayo de 1987. Sucede en el cargo al Almirante Sir Nicholas Hunt. Su Cuartel General se encuentra en Northwood, Reino Unido.

PRUEBAS DEL MISIL INTERCONTINENTAL TRIDENT-2

A mediados del pasado mes de marzo, la Marina de los EE.UU. ha lanzado, con éxito, desde un silo situado en la Base militar de Cabo Cañaveral, un misil balístico intercontinental TRIDENT-2, que portarán en el futuro los submarinos nucleares americanos y británicos. Este ha sido el segundo ensayo desde que empezaron las pruebas el 15 de enero pasado. La cabeza experimental inerte cayó, como estaba previsto, en el Atlántico Sur a varios miles de kilómetros de su punto de partida. Aunque el alcance real del TRIDENT-2 es secreto, se supone según los expertos que será mayor de 11.000 km. Según el Pentágono está previsto realizar una serie de 20 lanzamientos de prueba desde tierra y luego una docena desde submarinos, antes de que el misil esté totalmente operativo a finales de 1989. Está previsto que el primer submarino que los lleve sea el US Tennessee.

COMUNICADO DEL EUROGRUPO SOBRE EL FORTALECIMIENTO DE LA DEFENSA CONVENCIONAL

Tras la reunión de los ministros de Defensa de los países del Eurogrupo, que son todos los miembros europeos de la OTAN menos Francia e Islandia, que se celebró en el Cuartel General de la Alianza, en Bruselas, el 3 de diciembre de 1986, se dio un comunicado oficial cuyo anexo describe algunos de los equipos más importantes cuya mejora y/o adquisición han sido programadas por los países del Eurogrupo para 1987, y que resumimos a continuación:

*— **Fuerzas Terrestres:** Se prosiguen los planes para introducir nuevos equipos para las Fuerzas Terrestres, en concreto: cerca de 275 carros de combate de los tipos CHALLENGER y LEOPARD II; además un gran número de los carros actualmente en servicio serán mejorados. Entre otros vehículos blindados que entrarán en servicio se incluyen alrededor de 150 transportes blindados de personal. Entrarán también en servicio 400 lanzacohetes del tipo MILAN/TOW y otros 13.500 anticarros portátiles. Los sistemas de defensa aérea aumentarán con la introducción de 725 sistemas avanzados de misiles tierra-aire, entre ellos cerca de 550 del tipo STINGER/JAVELIN. La flexibilidad táctica y operacional aumentará mediante la entrada en servicio de 40 helicópteros, tanto de transporte como de combate, así como de un reducido número de aviones de transporte.*

*— **Fuerzas Aéreas:** Se incorporarán 170 aviones en 1987, la mayoría cazas del tipo F-16 y Tornados. Se modernizarán algunos aviones en servicio y se incrementarán los sistemas de contramedidas electrónicas, tanto activos como pasivos. Se reforzará la defensa de Bases Aéreas con la puesta en servicio de más de 50 nuevos sistemas SAM.*

*— **Fuerzas Navales:** En las previsiones para este año están: la entrada en servicio de dos destructores de escolta, tres dragaminas, dos lanchas patrulleras y un submarino. Muchos de los barcos en servicio se beneficiarán de los programas de mejoras en armas y equipos de detección. Alrededor de 30 nuevos helicópteros para misiones de detección submarina, aumentarán el número actual.*

*— **Personal:** Los países del Eurogrupo proporcionan la mayoría de las fuerzas militares establecidas en Europa, que constituyen un elemento esencial para la disuasión. Las fuerzas en activo de estos países ascienden actualmente a más de dos millones de soldados, alrededor de 270.000 marinos y casi 350.000 aviadores.*

RENOVACION DEL TRATADO ENTRE EE.UU. Y TURQUIA

El pasado 16 de marzo se firmó, en Washington, entre el Secretario de Estado de EE.UU., George Shultz, y el ministro de Asuntos Exteriores de Turquía, Vahit Halefoglu, la renovación del tratado de defensa y económico entre los dos países, con validez hasta 1990. En realidad se ha extendido la duración del pacto firmado en 1980. Este acuerdo refleja, según Shultz, un solemne compromiso por parte de los Estados Unidos para ayudar tanto a las Fuerzas Armadas como a la economía de la República Turca.

AVIONES F-16 TURCOS

El Comandante de las Fuerzas Aéreas turcas, general Cemil Cuha, ha anunciado, a mediados del mes de marzo, que los primeros cuatro aviones F-16, que forman parte del acuerdo de coproducción entre EE.UU. y Turquía, llegarán durante este año y que el primer avión fabricado totalmente en Turquía, en las factorías aeronáuticas de Murted, cerca de Ankara, entrará en servicio en 1988. Añadió que en 1994 las Fuerzas Aéreas turcas tendrán 160 F-16, de los cuales sólo ocho habrán sido fabricados en EE.UU. ■

El Desarme "psicológico" de la OTAN

RAFAEL LUIS BARDAJI,
Miembro del Instituto de Estudios Estratégicos del CESEDEN, del Instituto de Estudios Estratégicos de Londres y del Centro de Estudios Ortega y Gasset

CON la posibilidad de que norteamericanos y soviéticos lleguen a un compromiso para retirar del suelo del Viejo Continente sus misiles nucleares de alcance intermedio y de más corto alcance a través de una *opción super-cero*, la discusión sobre el papel de las fuerzas convencionales aliadas no ha hecho sino crecer.

Es más, dicha discusión se ha desarrollado sobre un fondo de temores ante una futura Europa desnuclearizada y en manifiesta inferioridad numérica frente a las fuerzas no nucleares del Pacto de Varsovia. La lógica del miedo es fácil de resumir: La seguridad de Europa ha venido garantizada hasta ahora por el recurso al arma nuclear y a la vinculación última con los arsenales estratégicos americanos. Sin armas intermedias y de corto alcance la escalada atómica se ve seriamente dificultada y, por ende, la disuasión nuclear gravemente debilitada. Sin credibilidad nuclear disuasoria las probabilidades de un ataque convencional aumentan sorprendentemente lo que, dada la evidente superioridad de las tropas soviéticas, no significa otra cosa que el incremento de los riesgos para la Alianza.

En coherencia, la mayoría de las discusiones acerca de la *opción cero* y la deseabilidad de una Europa libre de sistemas nucleares intermedios y de más corto alcance no han sido sino un desesperado intento de demostrar que todo ataque convencional no puede más que concluir con la derrota dramática de la Alianza Atlántica. De ahí que el campo de batalla elegido haya girado alrededor de las capacidades militares de los contendientes.

Lamentablemente la comparación de fuerzas suele dejar a un lado aquellos elementos difícilmente mensurables como el entrenamiento, la cohesión de las tropas, las doctrinas y un largo etcétera, concentrándose en un ejercicio de contabilidad y estadística de hombres y sistemas de armas. Y esta vez no ha sido distinto, sólo que con el agravante de que los más alarmados ante la superioridad soviética han mostrado un análisis más que parcial del balance convencional en Centroeuropa, tratando con el juego numérico convencer de que la OTAN sería irremisiblemente arrollada caso de producirse una agresión por el bloque del Este.

En el fondo, quienes más temerosos se muestran del desequilibrio convencional son aquellos que pretenden a través del miedo generalizado impedir que los americanos lleguen a un acuerdo con la Unión Soviética sobre los *euromisiles*, convencidos de que sólo la disuasión nuclear puede garantizar la paz y la estabilidad en Europa y en el mundo. Sin embargo, la política de cacarear la inferioridad endémica aliada puede volverse en un boomerang de insospechadas consecuencias a su retorno.

En efecto, de seguir alimentando la idea de que la OTAN es incapaz de defenderse con sus tropas convencionales frente a las del Pacto de Varsovia puede que la tan temida debilidad llegue a convertirse en una profecía que se autocumpla, manifestándose como declarado derrotismo: ¿Cómo puede convencerse a una opinión pública occidental, reticente y crítica ante los gastos de la defensa, de que es necesario modernizar los ejércitos si la única expectativa que se le ofrece es que las tropas aliadas van a ser derrotadas de todas maneras? ¿Para qué gastar más, pues, en mejorarlas?

Más grave aún, aventar y asentar el sentimiento de inferioridad puede conducir a que, autoconvencidos de nuestra fatalidad militar, transmitamos a los planificadores soviéticos la impresión de que llegado el caso pueden contar con una segura victoria. Nuestra anunciada derrota podría convertirse así en un conflicto de insospechados resultados sólo porque los soviéticos se dejen guiar por una falsa impresión, la falsa percepción que hoy se está arrojando de que la OTAN está prácticamente desarmada frente al Pacto de Varsovia. Cuando en realidad no lo está.

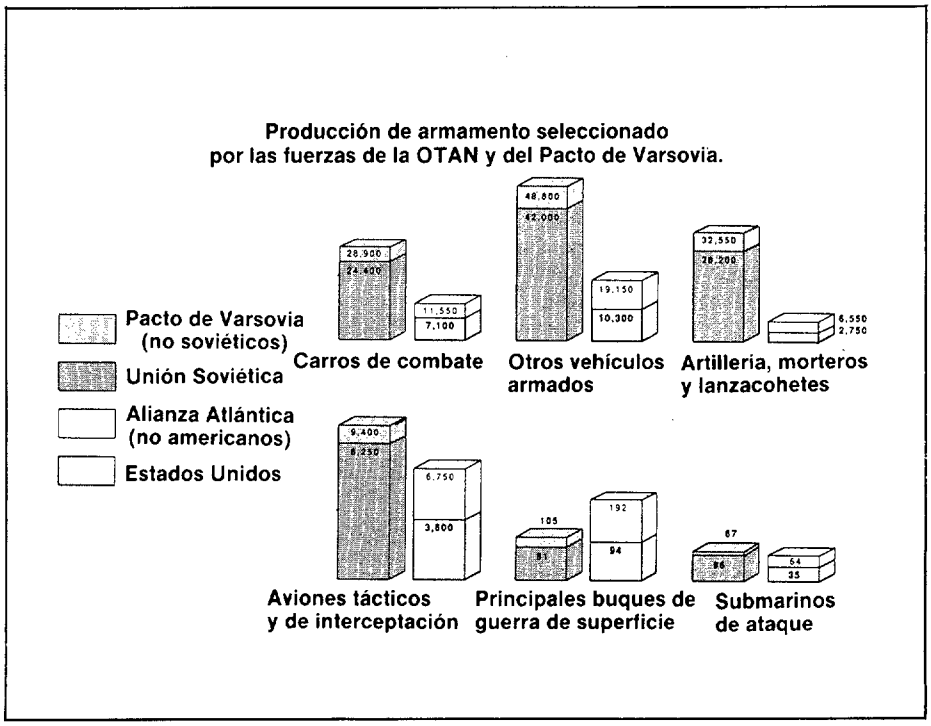
El juego de los números: ¿cuánto es suficiente?

Generalmente se admite que el daño que un enemigo puede infligirnos depende de su potencial armado y de la voluntad de recurrir realmente al empleo de la fuerza. En otras palabras, podría decirse que la amenaza de un enemigo consiste básicamente en el producto de sus capacidades bélicas por la intención de usarlas.

Ahora bien, si no resulta tremendamente complejo estar advertidos de la talla de las fuerzas enemigas, de sus sistemas de armas, de su configuración, de sus movimientos, sucede todo lo contrario con el conocimiento de la voluntad y de los deseos de los planificadores políticos y militares del lado contrario. Estimar las intenciones del enemigo es sin lugar a dudas la función más compleja del proceso de evaluación de las amenazas, no sólo porque se necesiten unos buenos modelos de compresión constantemente modificados en función de los cambios políticos en el otro país, sino también porque el comportamiento del enemigo no tiene por qué seguir las pautas de racionalidad que normalmente se le atribuyen, entre otras cosas. De ahí que llenos de

EXPLICACION DE LOS GRAFICOS

Como puede apreciarse, comparando unidades las fuerzas del Pacto o de la URSS aventajan sustancialmente a las aliadas y de los Estados Unidos. Como respuesta a este desequilibrio suele discutirse la necesidad de incrementar el gasto aliado en fuerzas convencionales. Hasta ahora dos han sido las alternativas concretas que se han barajado: la burocracia del Pentágono preferiría seguir comprando el mismo material pero en mayor cantidad; SACEUR optaría por gastar algo más de dinero pero en sistemas inteligentes o basados en las llamadas "tecnologías emergentes" en un intento de compensar el desequilibrio numérico a través de la superioridad tecnológica occidental. Una tercera alternativa reformadora, consciente de la dificultad en superar el techo psicológico y político al que han llegado los gastos de la defensa, consistiría en una mayor racionalización del mismo no gracias a distintas armas sino, fundamentalmente, a un cambio sustancial de las estrategias, doctrinas —y por tanto de los requerimientos— de la defensa convencional en Europa. Es la tesis que se defiende en este artículo.



incertidumbres ante las intenciones del contrario, los líderes se inclinen a considerar siempre la peor de las hipótesis imaginables: la máxima explotación de las capacidades militares en conjunción con la voluntad más agresiva. Es lo que en los estudios estratégicos se conoce como *worst case analysis*.

Por ello, al considerarse estable la voluntad agresiva del enemigo por definición, el factor determinante de la amenaza resulta ser su capacidad militar. Es más, como también es más sencillo y aparentemente menos erróneo contar tanques, helicópteros y hombres, que valorar las doctrinas de empleo de los sistemas de armas, la capacitación técnica de quienes tendrán que usarlas, el entrenamiento y la resistencia y un sinfín de variables ligadas más a la psicología que al *hardware* de la guerra por así decir, los dos elementos fundamentales que se han utilizado en las disputas sobre la comparación de las fuerzas han sido el número de soldados por un lado, y el número de los diversos sistemas de armas, por otro.

Por si fuera poco, en el actual debate se están presentando una serie de evidencias parciales sin conexión alguna con el conjunto de fuerzas, creando una imagen del balance militar si no falsa, al menos distorsionada. Así, se dice que los soviéticos además de ostentar un mayor número de divisiones tiene más soldados por división que las de la OTAN sin señalar que en total, la ventaja del Pacto es de 1,46 a 1 sobre la Alianza (excluida Francia y España) y sin señalar que la OTAN suele asignar más hombres a unidades de combate no orgánicamente ligados a las divisiones. En este caso, si comparamos los totales operativos de combate reales, la ventaja del Pacto se reduce a menos de 1,2 sobre 1. Un cociente no excesivamente preocupante.

Contando armas, el juego de los números todavía es más exagerado. En primer lugar porque se suelen escoger fuerzas en las que la OTAN o los EEUU se encuentran en evidente inferioridad numérica, pero esquivando reflejar los datos sobre las áreas de clara ventaja occidental, numérica y cualitativa, y sin mención alguna a las diferentes necesidades de equipamiento de cada bando. La aviación táctica es un caso paradigmático: en los sucesivos informes siempre aparece el desequilibrio en favor de la Unión Soviética sin decir que los aparatos occidentales suelen aventajar a los enemigos en su carga útil (aproximadamente el triple como media) o en sus prestaciones. Cuando no se comparan los aparatos de la URSS frente a los de los EEUU como si no existieran otros aliados. Ese es el juego de "hacerlo sólo" también muy recurrido al hablar de los gastos, mucho mayores para la defensa de la URSS aunque —esto se calla— menores en el Pacto respecto a los de la OTAN. Igualmente el "juego de las tendencias" muestra desarrollos sin referencia ni a los puntos de partida ni a las elecciones de uno y otro, pero siempre en detrimento del lado occidental. La Marina es exponente de lo que decimos: se sabe que la URSS construye más buques que los EEUU o los aliados, pero no se sabe tan claramente que los aliados han optado por construir mayores barcos, aunque menos, y que el tonelaje aliado supera por 9 a 1 al de la URSS, por ejemplo.

Si uno quiere de veras realizar un análisis comparativo de las fuerzas en presencia, tiene que fijarse en otros elementos además de los totales desnudos. Hablando de armas, en indicadores complejos construidos teniendo en cuenta su maniobrabilidad, vulnerabilidad y potencia de fuego. Realizando análisis de teatros de operaciones concretos, cuestiones como la tasa de movilidad (la velocidad en el tiempo con que un lado pueda colocar sus tropas en el área de batalla), el índice fuerza/espacio (qué cantidad de tropas puede el enemigo concentrar sobre un terreno dado a fin de conseguir la superioridad sobre la defensa), la tasa de desgaste (el nivel de violencia de la batalla y la capacidad de sustituir el material), el índice de intercambio (cuántos vehículos acorazados de un lado se necesitan para aniquilar uno del contrario) o el índice de avance (kilómetros día). Si se habla de comparaciones globales, la capacidad de fuego total de cada contendiente, la tasa de movilización de dicha capacidad de fuego y su traslado al frente, la habilidad de cada lado para impedir los movimientos del contra-

rio, la geografía, los índices de ventaja para el defensor y, sobre todo, el tiempo de alerta disponible antes de producirse la agresión.

Números y estrategias: ¿suficiente para qué?

Efectivamente, los números por sí solos no dicen mucho, y cualquier apreciación realista de las fuerzas debe enmarcar a éstas en las misiones que se les encomiendan y en escenarios política y estratégicamente imaginables. O si se prefiere, uno, junto al cómputo de las armas, debe preguntarse para qué se quieren tales armas y cómo pueden ser empleadas.

En el presente debate sobre los *euromisiles* quienes denuncian la inferioridad dramática de las tropas aliadas se apoyan además en los peligros de una operación relámpago de las tropas soviéticas para afirmar su negativa a la retirada de los misiles nucleares de alcance intermedio y de más corto alcance: la principal característica que emergería de una mirada sobre las fuerzas estacionadas en Centroeuropa estribaría en una gran concentración de fuerzas terrestres mecanizadas que encuentran un importante apoyo en los helicópteros de ataque y en la aviación táctica. Una composición que favorecería unas campañas rápidas al estilo de las operaciones de *blietzkrieg* de las tropas de Hitler. Lo que, con los números por delante, haga concluir precipitadamente que en el caso de una guerra convencional en suelo europeo, ésta acabaría no ya en una derrota aliada sino en una rápida derrota aliada.

Se invocan los números globales pero nada se dice acerca de cuestiones más esenciales. Dado que los soviéticos no disponen de una relación de fuerzas favorables como para presionar sobre todo el frente alemán (750 Km.), se supone que deberían concentrar sus fuerzas sobre unos pocos ejes de ataque (lo que además es coherente con la geografía y el terreno de la RFA que no es una autopista para el invasor como suele pensarse), pero ¿pueden lograr una superioridad suficiente para avanzar por los pasillos y penetrar en territorio aliado? ¿y aún si consiguieran atravesar la barrera defensiva aliada, podrían pentrar en profundidad sin que la OTAN les frene en su avance o sea capaz de cerrar la brecha abierta en el frente?

Intentar dar respuestas a estas cuestiones nos llevaría a pensar seriamente sobre la estructura de fuerzas del Pacto de Varsovia, sus doctrinas y su habilidad para efectuar un ataque sorpresa así como las capacidades efectivas para la defensa en el lado aliado. Algo, en cualquier caso mucho más complejo que la simple comparación estadística de unas cifras globales.

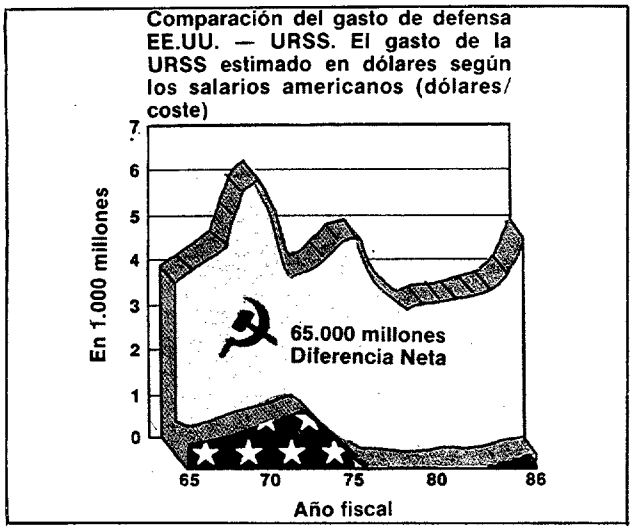
El verdadero caballo de Troya

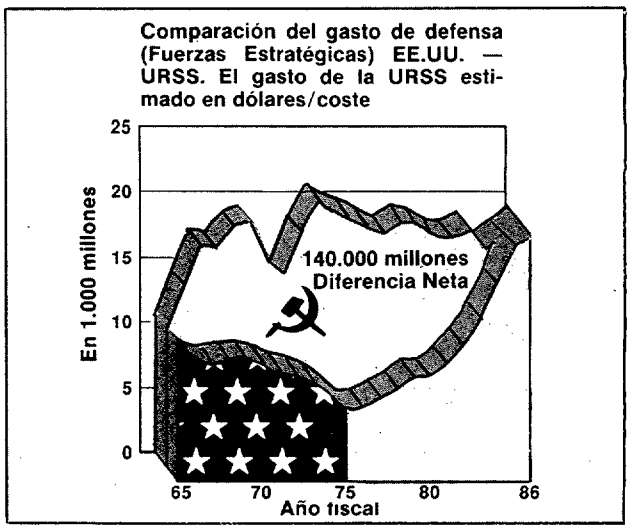
Es seguro de que la Alianza resulta más débil de lo que una sana prudencia aconseja, pero los problemas no se derivan directamente de los números sino de su propia estrategia y por tanto las soluciones no vendrán nunca de añadir más y más números al monto total —ni de sustraerlos— sino de un replanteamiento del pensamiento defensivo occidental más acorde a las situaciones de hoy.

El problema es que la disuasión que ha garantizado la paz en Europa ha sido una disuasión nuclear sustentada en la posibilidad de represalia. Por contra, la doctrina convencional de la OTAN no apunta más que a negar una victoria al enemigo, pero no cuenta con una disuasión a través de represalias. Ese sí es el problema, mientras a la URSS le sea más *fácil* y *menos* costoso acumular más y más fuerzas que a la OTAN defenderse de las mismas. Con represalias la URSS debería tener en cuenta los daños que sufriría irremisiblemente. Sin represalias sólo tiene que calcular cuántos tanques necesita para superar la defensa avanzada de la OTAN. Sólo entonces cobran mayor relevancia los números.

Lamentablemente quienes critican la *opción cero* por dejar a Europa prácticamente desnuda de la garantía americana, sitúan bien el problema —la falta de disuasión nuclear en el continente— pero faltan de buena fe en su exposición del mismo —el desequilibrio convencional— y, sobre todo, yerran en las cuestiones fundamentales que sólo pueden ser si es posible garantizar la disuasión a través de las fuerzas convencionales y cómo. Y no quién tiene más o menos.

La OTAN hoy no se encuentra inerme ante el Pacto, al menos militarmente. Y fomentar análisis alarmistas sobre nuestras capacidades defensivas, por muy bien intencionados que estén, en nada positivo contribuye al reforzamiento de la OTAN, todo lo contrario, lo que se propaga es un creciente derrotismo y un paulatino desarme de la voluntad política de defenderse, la verdadera enfermedad occidental. Quienes asustan ahora con el desproporcionado lobo soviético no están reforzando lo que quieren reforzar sino alimentando el desarme psicológico de la OTAN y cuando el lobo venga, seremos más Caperucitas que nunca. Posiblemente gracias y a pesar de ellos. ■





El Principio de la no Extradición en los Delitos Militares

JUAN FELIPE HIGUERA GUIMERA,
Comandante Auditor del Aire

PARA hablar del Principio de la no extradición en los delitos militares, es imprescindible comenzar por saber qué es la extradición, su concepto y sus clases, así como las fuentes de la misma. Este principio, se encuentra contemplado en el Convenio Europeo de extradición, al igual que en el Convenio entre los Estados partes del Tratado del Atlántico Norte sobre el Estatuto de sus Fuerzas. Asimismo, es ineludible hacer referencia al Asilo cuando se hace mención específica del Principio de la no extradición en los delitos militares.

La extradición. Concepto y clases

La extradición es una institución jurídica consistente en entregar a un delincuente por parte de un Estado en cuyo territorio se ha refugiado a otro Estado que es el componente para juzgarle o para ejecutar la pena o la medida de seguridad impuesta (1).

Se puede distinguir entre una extradición activa y una extradición pasiva. La primera consiste en la *solicitud* o *requerimiento* por parte de un Estado de la entrega de un delincuente al Estado en cuyo territorio se ha refugiado.

La denominada extradición pasiva, consiste o tiene por objeto *la entrega* o puesta a disposición de un delincuente por parte del Estado donse se ha refugiado, a otro Estado que la solicita o la pide, por ser competente para juzgarle o en su caso aplicarle la pena impuesta o la medida de seguridad.

La extradición activa está regulada en los artículos 824 a 833 de la Ley de Enjuiciamiento Criminal. El Código de Justicia Militar de 1945, regula de forma idéntica a lo establecido en la citada Ley, en sus artículos 947 a 953 (actualmente en vigor).

La extradición pasiva está regulada en la Ley de 21 de marzo de 1985. En el artículo 4 de esta Ley se establece el principio de la no extradición de los delitos militares, al decir: "No se concederá la extradición por los delitos militares tipificados en la legislación española, y sin perjuicio de lo establecido al respecto en los convenios internacionales suscritos y ratificados por España".

Fuentes de la extradición

En la Ley de Enjuiciamiento Criminal, en su artículo 827, se establece que: "Procederá la petición:

1.º En los casos que se determinen en los Tratados vigentes con la potencia en cuyo territorio se hallare el individuo reclamado.

2.º En defecto de Tratado, en los casos en que la extradición proceda según el derecho escrito o consuetudinario vigente en el territorio a cuya nación se pida la extradición.

3.º En defecto de los dos casos anteriores, cuando la extradición sea procedente según el principio de reciprocidad".

En los artículos ya indicados, 947 a 953, el Código de Justicia Militar (vigente en la actualidad en esta materia), y en especial en el artículo 951 se establecen los supuestos en que procede la petición de la extradición, con el mismo contenido que en la Ley de Enjuiciamiento Criminal. En los demás artículos del Código Castrense se regula el procedimiento para solicitar la extradición.

En la Ley de Extradición de 21 de marzo de 1985, reguladora de la denominada extradición pasiva, establece en su artículo 1.º que: "Las condiciones, los procedimientos y los efectos de la extradición pasiva se regirán por la presente Ley, excepto en lo expresamente previsto en los Tratados en los que España sea parte (2).

En todo caso la extradición sólo se concederá atendiendo al principio de reciprocidad. El Gobierno podrá exigir una garantía de reciprocidad al Estado requirente".

Por consiguiente, podemos manifestar que como fuente principal está la ley española, excepto las previsiones de los Tratados suscritos por nuestro país.

El principio de la no extradición en los delitos militares

Es un principio general y básico en Derecho de la extradición, el no conceder la misma por delitos militares (principio de la excepción).

La exclusión de la extradición de los delitos estrictamente militares es un hecho tradicional. Se afirma que estos delitos carecen de interés internacional, porque los mismos responden a las especiales y propias circunstancias de cada Estado en el ámbito militar. También se ha manifestado que los Estados no desean ayudar a los demás Estados cuando tienen distinta ideología política e intereses militares opuestos a los propios.

La no extradición en los delitos militares, fue reconocido, como principio básico y fundamental por el Instituto de Derecho Internacional en el año 1880, reunido en Oxford, al manifestarse que: "La extradición no debe aplicarse a la deserción de los militares pertenecientes al Ejército de Tierra o Mar, o a los delitos puramente militares".

La no extradicción de los delitos militares ha tenido una gran difusión a partir de la Primera Guerra Mundial, llegándose a sostener la existencia de una regla general de Derecho Internacional. Según GIANZI (3), la diferencia fundamental entre la prohibición de la concesión de los delitos políticos y los delitos militares, radica en que en el primer supuesto, se pretende salvaguardar los derechos de la persona reclamada en razón a sus ideas políticas, mientras que en el segundo supuesto, sólo se desea subrayar el hecho de que la extradición es una institución ajena a los hechos particulares y propios de cada Estado.

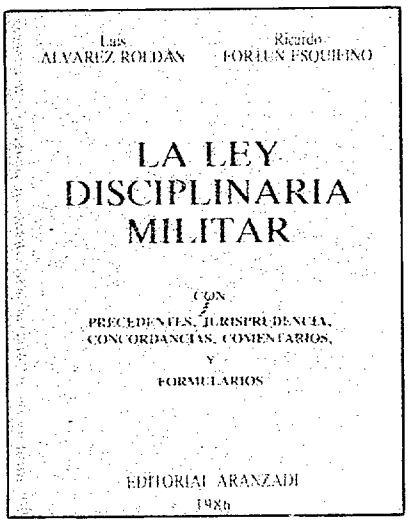
Como dice MANZANARES (4), el panorama varía cuando se trata de países de similares concepciones político-sociales, y sobre todo, cuando los mismos se agrupan en bloques o pactos militares. Según CEREZO MIR (5), con el surgimiento de Pactos o de Alianzas de carácter defensivo entre diversos Estados, se ha cuestionado el que pueda excluirse de la extradición los delitos militares, dado que en estos casos, el delito militar no afectaría los intereses militares de un Estado, si no de todos los que forman una Alianza o Sistema.

Según JESCHECK (6), el principio de la no extradición por delitos militares carece de sentido entre Estados Unidos de forma duradera en el terreno militar.

En el Congreso de Roma del año 1969, ya se hizo la recomendación de una forma expresa de que no se excluyera "necesariamente", los delitos militares, y que en estos supuestos es preciso regirse por lo que dispongan los Tratados particulares suscritos entre los diversos Estados que están vinculados o unidos por un mismo Pacto militar (7).

Según señala PÖTZ (8), en relación con la extradición de delitos militares puros, especialmente el delito de deserción, ofrece la siguiente evolución histórica: En primer lugar, durante los siglos XVII y XVIII, y primer tercio del siglo XIX, existieron muchos convenios entre diversos países, dedicados exclusivamente a la concesión de la extradición por delitos de deserción únicamente, pues al constituir una conducta frecuente, originada por la falta de disciplina, la extradición representaba un beneficio recíproco. En segundo lugar, con la aparición de Ejércitos estables, no se concede la extradición por delitos de deserción, pues no se desea colaborar con un Estado que puede ser un posible enemigo o que lo es. En tercer lugar, en la actualidad, es preciso acudir a los convenios entre Estados que están unidos por una misma Alianza Militar.

Así, el Convenio para la recíproca extradición de malhechores, prófugos y desertores entre España y Portugal, y artículos adicionales al mismo, firmados en Lisboa el 25 de junio de 1867, y el 27 de mayo de 1868, ratificados, y las ratificaciones canjeadas en Lisboa el 14 de enero de 1869 (Gaceta de Madrid, n.º 38, de 7 de febrero de 1869), así como el Canje de Notas de 10 y 12 de mayo de 1884, según el cual la entrega de desertores españoles deberá ser concedida en Portugal con sólo la presentación del Auto de prisión. Por su parte, el Gobierno Español se compromete a efectuar la entrega de desertores del Ejército portugués mediante la presentación de copia auténtica del Auto del cuerpo del delito, cuando así lo reclame el Gobierno de Portugal. En los casos de simple deserción basta sentencia o decisión del Consejo de disciplina, incluso pueden ser entregados los prófugos del alistamiento militar de ambos países (9).



Más modernamente, el Tratado de los Países Nórdicos en materia de extradición (Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia), de tres de marzo de 1961, las partes se comprometen mutuamente a la extradición por delitos estrictamente castrenses, siempre que el hecho motivador de la demanda sea castigado en el Estado requirente con pena de prisión. También el Tratado de Extradición de los países del Benelux, de 27 de junio de 1962, según el cual, basta y es suficiente para la extradición por delitos estrictamente militares que el hecho sea punible en los países del Benelux, incluso se dice que la deserción no es un delito político.

El Convenio Europeo de extradición

En en Convenio de extradición, de 13 de diciembre de 1957, ratificado por España el 21 de abril de 1982 (B.O.E., del 8 de junio), establece en el artículo 4.º que: "Queda excluida del ámbito de aplicación del presente convenio la extradición por causas de delitos militares que no constituyan delitos de naturaleza común". De la lectura de este artículo, como afirma JESCHEK (10) puede desprenderse que existe una verdadera prohibición en cuanto a la extradición de los delitos militares. Sin embargo, la inmensa mayoría de los autores en esta materia consideran que este artículo 4.º únicamente se limita a excluir de la convención los delitos militares, pero sin impedir que puedan ser objeto de otros tratados especiales, según ha expuesto MANZANARES (11), que considera que el citado artículo responde consecuentemente al deseo de dejar abierta la posibilidad de acuerdos bilaterales o multilaterales, suscritos entre Estados Unidos por una misma ideología o concepción político-social y de defensa (12).

El convenio entre los Estados partes del Tratado del Atlántico Norte sobre el Estatuto de sus Fuerzas

Este convenio, hecho en Londres el 19 de junio de 1959, en el artículo VII, se establecen normas sobre el ejercicio de la Jurisdicción penal entre las Partes contratantes. España, no ha firmado este convenio, pues únicamente ha firmado el Tratado del Atlántico Norte, de 4 de abril de 1949.

En este convenio se establecen los cauces jurídicos para que ejerza en algunos casos jurisdicción *exclusiva* el Estado de *"origen"* o el Estado *"receptor"*. También se dan normas jurídicas en los supuestos de Jurisdicción *"concurrente"*.

En el párrafo 5.º del artículo VII del convenio, se establece que: *a)* Las autoridades de los Estados receptor y remitente se prestarán mutua asistencia para el arresto de miembros de una fuerza o elemento civil o las personas a su cargo en el territorio del Estado receptor y para entregarlos a la autoridad que deba ejercer jurisdicción de acuerdo con las disposiciones precedentes. *b)* Las autoridades del estado receptor notificarán rápidamente a las autoridades militares del Estado de origen el arresto de cualquier miembro de una fuerza o elemento civil o de una persona a su cargo".

Según POTZ (13) este convenio

puede considerarse como una fuente de entregas por vía paraextradicional. JESCHEK (14) dice que no se prevé ninguna limitación en cuanto a delitos militares y que se omite además toda referencia al principio de doble incriminación, y considera que la entrega de un Estado a otro Estado sigue siendo extradición aunque el interesado permanezca en el mismo territorio.

Este convenio se aplica al personal militar de la OTAN que está en el extranjero cumpliendo una función militar, por lo tanto, no se podrá aplicar a los desertores que se refugian en un tercer Estado.

El asilo

España se ha adherido por instrumento de 22 de junio de 1978, a la Convención de Ginebra sobre el Estatuto de los Refugiados de 28 de julio de 1951, y al Protocolo sobre el mismo tema, hecho en Nueva York el 31 de enero de 1967.

La Ley 5/84, de 26 de marzo, regula el derecho de asilo y la condición de refugiado, desarrollando el artículo 13, apartado 4, de la Constitución. *Es una ley muy progresiva y generosa en la concesión. Las causas que justifican la solicitud de asilo son las siguientes:*

a) Las personas a quienes se hubiere reconocido la calidad de refugiado. España reconoce la condición de refugiado a quienes cumplen los requisitos previstos en las Leyes y Convenios Internacionales suscritos por España y en especial en la Convención sobre el Estatuto de los Refugiados, hecha en Ginebra en 1951.

b) Quienes sufran persecución, estén sometidos a enjuiciamiento o hayan sido condenados por delitos de carácter político o por hechos conexos con un delito de tal naturaleza o que deriven del ejercicio de un derecho fundamental reconocido en la Constitución Española.

c) También podrán solicitar asilo los extranjeros que sufran persecución, estén sometido a enjuiciamiento o hayan sido condenados en el país de su nacionalidad, siempre que tal persecución, enjuiciamiento o sanción:

— Obedezca a razones de raza, etnia, religión, pertenencia a grupo social determinado u opiniones o actividades políticas, aun cuando parezcan motivadas por un delito de carácter común.

— Se deban a un delito que se hubiere cometido con la finalidad de lograr el reconocimiento de los derechos y libertades fundamentales protegidos por el ordenamiento español, o de luchar contra los sistemas no democráticos de convivencia.

— También pueden solicitar asilo, las personas no comprendidas anteriormente, *"cuando la concesión del asilo se justifique por razones de humanidad".*

No se puede conceder asilo en los siguientes tres casos establecidos en el artículo 3 n.º 4 de la Ley, y que son:

a) A las personas respecto de las cuales existan motivos fundados para creer que han cometido alguno de los delitos contra la paz, contra la humanidad o de guerra, definidos en los Instrumentos Internacionales elaborados para dictar disposiciones referentes a tales delitos y en particular a aquellas respecto de las cuales existan motivos fundados para creer que han tenido parte en la persecución sistemática de personas por motivos de raza, religión, nacionalidad, pertenencia a determinado grupo social u opiniones políticas o estén implicados, ya sea como autores, cómplices o encubridores, en la tortura, secuestro o desaparición de personas por algunos de los motivos antes señalados. Asimismo, no podrá concederse asilo a quienes sean culpables de actos contrarios a las finalidades y principios de las Naciones Unidas o de la Constitución española.

b) A quien, con anterioridad a la concesión del mismo, hubiere cometido, fuera del país por el que es perseguido o ha sido sancionado, un delito común grave, entendiéndose por tales los que estén sancionados en el Código penal español con pena igual o mayor a la de prisión mayor.

c) A quien hubiere perpetrado un delito contra la seguridad de la navegación aérea o marítima, o de los transportes terrestres, un delito de terrorismo o cualquier otro acto considerado punible por los Convenios Internacionales válidamente ratificados por España.

La competencia en materia de asilo, por tratarse de un acto en ejercicio de la soberanía del Estado, se atribuye al *Gobierno a propuesta de la Comisión interministerial creada en el seno del Ministerio del Interior*, y compuesta por representantes de los Departamentos ministeriales afectados por la concesión del asilo (15). ■

NOTAS

(1) CEREZO MIR, J.: "Curso de Derecho penal español. Parte General I, Introducción. Teoría Jurídica del delito 1. Tercera Edición, Editorial Técnos, Madrid, 1985, páginas 218 y ss.

(2) Véase, los Convenios de Extradición, de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Justicia, Madrid, 1980.

(3) GIANZI, G.: "Notes sur quelques próblemes actuels en matiére déxtradition", en Revue International de Droit penal, 1968, números 3 y 4, páginas 621 a 643.

(4) MANZANAREZ SAMANIEGO, J. L.: "El Convenio europeo de extradición", Bosch, Casa Editorial, S. A., Barcelona, 1986, páginas 87 y ss.

(5) CEREZO MIR, J.: Loc, cit, páginas 231 y 232.

(6) JESCHEK, H-H.: "Die internationale Rechtshilfe in Strafsachen in Europa", en Zeitschrift für die gesamte Strafrechtswissenschaft (ZStW) Band 66, 1954, páginas 518 a 544.

(7) Véase la Revista internacional de Droit penal, 1970, número 1-2, páginas 13 y 14.

(8) POTZ, P. G.: "Generalbericht für den VI Internationalen Kongress für Milit arstrafrecht und Kriegsrecht in Madrid, 1967, páginas 5 y ss.

(9) El Instituto de Derecho Internacional, en su reunión de Oxford en 1880, excluía la entrega de los marinos pertenecientes a la Marina del Estado o a la Marina mercante. El fundamento de tal exclusión se debe a los intereses de la navegación internacional y la facilidad de la deserción en los puertos extranjeros. Como dice CEREZO MIR, J., loc., cit., página 231, la entrega en estos casos no se sujeta siquiera a los trámites de la extradición, y las autoridades locales hacen estas entregas al capitán del buque o le envían al país del pabellón a petición del cónsul o representante consular, por lo que según el citado autor, no se trata ya de una verdadera extradición, si no de otra forma de cooperación internacional.

(10) JESCHEK, H-H.: Loc., cit., pág. 534.

(11) MANZANARES SAMANIEGO, J. L.: Loc., cit., páginas 88 y ss.

(12) MANZANARES SAMANIEGO, J. L.: Loc., cit., página 89.

(13) PÖTZ, P. G.: Loc., cit., página 24.

(14) JESCHEK, H-H.: Loc., cit., pág. 535.

(15) Véase, BARBERO SANTOS, M.: "El derecho de asilo. Introducción a su estudio", en Estudios de Criminología y Derecho penal. Universidad de Valladolid, 1972, página 287. Según establece el artículo 2.º, n.ª 1, de la Ley de 26 de marzo de 1984, "El asilo es la protección graciable dispensada por el Estado, en el ejercicio de su soberanía".

INSTRUCTORES DE EF-18

JOSE A. FERNANDEZ DEMARIA,
Capitán de Aviación

El comienzo

LA festividad, tan entrañable para todos, de la Virgen de Loreto, marcó hace ahora algo más de un año, un punto de inicio para aquellos que tuvimos la suerte y enorme responsabilidad, de formar el grupo inicial de pilotos del Ejército del Aire, que marcharían a EE.UU. para recibir instrucción en el EF-18 y convertirse en los primeros instructores de vuelo, que se integrarían en el ALA 15, aún entonces inexistente con tal nombre.

El 10 de diciembre de 1985, cinco pilotos se reunían en el aeropuerto de Madrid-Barajas, dispuestos a embarcar en un DC-10 de la compañía Iberia, rumbo a EE.UU.

Era el principio de una experiencia que difícilmente podrá ser olvidada por los que componíamos aquel grupo. Por otra parte, era el final de una larga etapa de selección, para lo que, en aquel momento, suponía una de las mayores aspiraciones de todas las tripulaciones de reactores del Ejército del Aire: "El Curso de Instructor en Vuelo de EF-18".

Desde nuestro regreso, el día 10 de julio de 1986, en vuelo directo San Luis-Zaragoza, a bordo de los cuatro primeros C-15 que recibía el Ejército del Aire, son muchas las ocasiones en las que, como es lógico en nuestro diario contacto entre compañeros, han surgido las preguntas sobre el resultado de nuestra estancia en Estados Unidos, tales como el curso con McDonnell, el entrenamiento con la NAVY y el Marine Corps, las posibilidades del avión, entre otras de un largo conjunto de inquietudes.

La curiosidad es lógica, a la revolución que puede suponer la inclusión del EF-18 en el inventario de armas del Ejército del Aire, se une el deseo de participar de una experiencia, que es patrimonio de todos. A ello va unido el hecho de que, raramente, se produce un contacto tan directo y prolongado con la U.S. NAVY y Marine Corps, ya que nuestros cursos e intercambios, se realizan normalmente con unidades de la USAF.

Es el deseo de compartir esa experiencia, el que me impulsa a escribir este artículo.

Desarrollo del curso

El desarrollo del curso tuvo tres partes bien diferenciadas:

— Especialización en inglés en la B.A. Lackland (TEXAS).

— Familiarización en el EF-18 en la Cía McDonnell (San Luis M.O.).

— Plan de instrucción en el F-18 A para pilotos de CAT II, en la Estación Naval de Cecilfield (FLORIDA).

"Lackland"

Comencemos por la primera de ellas. Sólo los que han pasado por el "Defense Language Institute" de la B.A. de Lackland, pueden comprender lo que suponen nueve semanas, de un curso de bajo entrenamiento

Grupo inicial de pilotos *del Ejército del Aire que marcharon a EE.UU. para recibir instrucción en* ***EF-18*** *y convertirse en los* ***primeros instructores de vuelo*** *que se integrarían en el Ala 15, aún entonces inexistente con tal nombre*

efectivo y alto costo, máxime cuando el nivel de conocimientos de inglés era alto, como demuestra el hecho de que de los cinco componentes del grupo inicial, dos de ellos poseen el nivel "Domina" y 100% como resultado de los exámenes previos, y los tres restantes con el nivel de "posee", con resultados del 95% en los exámenes, a los que es sometido cualquier componente del Ejército del Aire, que marcha a EE.UU. para recibir instrucción.

No obstante, la permanencia en dicho instituto fue de gran valor en la adaptación a un sistema de vida, en muchas cosas, diferente al standar español.

Es de justicia reconocer que el Instituto realizó un esfuerzo, tratando de adaptar nuestro plan de estudios al hecho, oficialmente conocido, de nuestra orientación específica al vuelo y a la comprensión de documentos y conferencias, de un alto contenido técnico, a las que íbamos a hacer frente, esfuerzo que en parte fue frustrado, por la rigidez y el bajo nivel de los programas disponibles, quedando todo reducido a la flexibilidad de alguno de los profesores, que apartándose de los textos, fomentaron la conversación así como la preparación y discusión de conferencias técnicas, entre nosotros. Esto supuso nuestro primer contacto serio con el manual del EF-18, que nos había sido facilitado en España y que se constituyó en uno de nuestros textos de inglés.

Estoy seguro, y creo que todos mis compañeros en el curso coincidirán, en que un entrenamiento de otro tipo, realizado en contacto o relación con la siguiente fase del entrenamiento, hubiera sido más eficaz a la hora de resolver los problemas de adaptación e idioma, que inevitablemente surgirían y surgieron, pues no es lo mismo pedir correctamente un café, que recibir una conferencia en la que cada frase es importante, seguir las instrucciones de tu profesor de vuelo, en medio de un combate a 7,5 G's, que te llegan a través de la radio, mientras ejecutas la maniobra correcta en un avión monoplaza de la complejidad del F-18.

Finalmente, el 14 de febero, con nuestro diploma bajo el brazo y una última foto bajo el lema "Here train the leaders of the world", cuyo sentido exacto, los que por allí habéis pasado entenderéis, emprendimos viaje a San Luis.

Curso de Familiarización en la Cía. McDonnell

Tres días de viaje por carretera y el encuentro con un San Luis cubierto por la nieve, pues no en vano estábamos en lo más crudo del invierno, fueron el puente entre las dos primeras etapas del curso.

Esta segunda parte, de familiarización con el F-18, constaba, como casi todo Plan de Instrucción, con las típicas fases de teóricas, simulador y vuelo.

La instrucción Teórica

Esta fase constó de 80 horas de clase, repartidas en 11 días hábiles. Al finalizar éstas, el conocimiento teórico del conjunto básico del avión, era de un gran nivel. ¿Cómo era posible que en tan breve espacio de tiempo y con tan apretado horario, se hubiera alcanzado aquel nivel?

Al innegable esfuerzo de profesores y alumnos, se unía el empleo de un sistema hasta entonces desconocido por nosotros, el C.A.I.

El "Computer Assisted Instruction" es, básicamente, un programa de archivo de datos, al que se tiene acceso desde terminales independientes, que constituyen los puestos del alumno. El Software del programa incluye, no solamente la información sobre los sistemas fundamentales del avión, sino todo aquello que se desee, en relación con el mismo, "sistemas de armas", "guerra electrónica", "técnicas de empleo", etc. El alumno introducirá en su terminal, el número de código que le identifica y ante él aparecerá, en pantalla, el listado de la información a la que se le ha autorizado acceso, así como su estado actual de progreso en la instrucción. Debido a que todo el trabajo desarrollado queda en la memoria del ordenador, se puede controlar perfectamente el desarrollo de la misma (tiempo empleado por cada alumno, errores cometidos, niveles alcanzados, etc.), así como el personal que accede a la información.

Con la utilización de lápices de contacto, se puede practicar el manejo de sistemas del avión, siguiendo los pasos de los diferentes procedimientos, tocando y moviendo sobre la pantalla, los interruptores de cada equipo. El ordenador me confirmará si lo efectué correctamente, o si me equivoqué y en qué lo hice.

El C.A.I. constituye, de esta forma, una primera etapa de simulación barata y eficaz, de forma que en la primera misión de simulador, los problemas que generan los errores normales de procedimientos, o la lentitud en su aplicación, son reducidos a la necesaria acomodación a la cabina del avión. Antes de ese encuentro, el piloto habrá efectuado "físicamente" la alineación e introducción de datos al sistema de navegación y ataque, o habrá introducido todos los datos del programa que el computador de misión necesita, para efectuar el lanzamiento de una bomba sobre un objetivo, por citar algunos ejemplos, y todo desde su terminal.

La complejidad de los sistemas del F-18, el hecho de ser un avión polivalente y de que sea manejado por un solo tripulante, hace que el constante estudio de sus sistemas y la habilidad en el manejo de interruptores de efecto múltiple, introducción rápida de datos, etc., algo que alguien bautizó con el horrible término de "Switchologia", cobre una importancia sin límites y el disponer de sistemas que, como el C.A.I., se están imponiendo en todas las entidades y empresas, en las que la instrucción del personal es un factor decisivo, resulta fundamental.

Sírvanos pues esa aplicación del C.A.I. como primer escalón de simulación, para entrar en el repaso de esa parte de la instrucción.

El Simulador

Todos sabemos que la ya tan repetida frase "Así como te entrenes combatirás", se va haciendo cada vez más difícil de cumplir, si el resultado que pretendemos es la obtención de un nivel operativo, que ante la posible eventualidad de empleo de las armas de que disponemos, responda sin fraude ante aquellos que las pusieron en nuestras manos. El vuelo supersónico, el vuelo a muy baja cota a altas velocidades, combate a baja cota, navegación táctica nocturna, lanzamiento de misiles aire-aire y armamento aire-suelo, son algunos ejemplos de misiones que suponen un aumento del costo, del riesgo, o simplemente del sacrificio que pedimos a aquellos españoles que viven cerca de las áreas de entrenamiento. Misiones éstas, por otra parte, ineludibles en número mínimo, para que complementadas con "simulaciones", mantengan ese nivel de entrenamiento al que hago referencia. Ello hace que no podamos descuidar ni un ápice, todo lo que contribuya a generar entrenamiento simulado.

Como dato diré, que una unidad como el VFA 106, en la que más tarde nos entrenaríamos, dispone de siete sistemas de simulación de vuelo, tres para interceptaciones, dos para empleo en combate aire-aire y aire-suelo y dos para el entrenamiento en vuelo instrumental, que operan de 07 a 23 horas ininterrumpidamente, siendo además complementado con un sistema C.A.I., para planes de instrucción tóricos y de familiarización con la cabina.

En nuestra etapa con McDonnell Douglas, realizamos 14 misiones en dos simuladores diferentes. Dichas misiones cubrieron el "Vuelo básico", "interceptaciones", "empleo del armamento A/A, "designación y ataque a un objetivo terrestre", y "guerra electrónica". De esta última, dispusimos de una sola misión, pero sirvió de ventana, por la que pudimos asomarnos a la auténtica capacidad que el F-18 adquiere en una guerra moderna, si se le dota de todos sus sistemas (sensores, perturbadores activos y pasivos, identificación electrónica y óptica, misiles de autodefensa y capacidad SEAD) dotación que aún suponiendo un aumento del costo, reducen el valor del famoso binomio "coste-eficacia" en un tanto por ciento tan alto, que cualquier oposición a ello, una vez comenzado el programa, no puede tener consistencia.

En esas 14 misiones, quedan incluidas dos que se denominaron HOTAS (hands on throttles and stick), en las que aprendimos a manejar la práctica totalidad de los sistemas de ataque del avión, sin mover nuestras manos de los controles, sistema que constituye una de las características más peculiares del F-18 y de los futuros aviones de combate. En ellas también, tuvimos que adaptarnos a las nuevas presentaciones en pantallas, a la cabina "digitalizada" del F-18.

Era un nuevo mundo, haberlo visto en publicaciones o en los manuales, no daba una idea de lo extraño

que resultaba, que la velocidad no estuviera en un anemómetro clásico, que el altímetro fuera una ventana digital, en la que no puedes observar la "tendencia del instrumento", o el empleo de las DDI (Multypurpose Digital Display Indicators) en las que la información seleccionada desde el MENU, es presentada al piloto. Con el tiempo quedaría clarísimo, que de no existir una cabina de ese tipo, sería difícil para un único piloto, controlar la totalidad de los parámetros de una misión, pues la información que un piloto puede obtener, y necesita utilizar, en un sistema como el HORNET, con todos sus sensores funcionando es tal, que si estuviera constantemente presentada en cabina, ésta sería un maremagnum ininteligible.

El tipo de simuladores utilizados fueron dos. El primero dedicado a las ya mencionadas HOTAS, consistía en una simple cabina del avión, con un sistema de visualización por pantallas de televisión, que además se empleó en la parte de vuelo básico e instrumentos. El segundo de ellos, se utilizó en la fase de empleo del armamento tanto A/A como A/S. Este equipo, más completo que el anterior, permite la proyección de imágenes, que se reciben de una cámara de televisión que recorre una enorme maqueta, en la que se ha construido un escenario, con los objetivos más típicos de una misión de ataque a superficie. Las imágenes son presentadas al piloto en una pantalla, que cubre exclusivamente el sector delantero y en la que no existía una muy buena definición de imágenes. No obstante, los sistemas cumplían perfectamente el cometido que se les exigía. Nuestro encuentro con el auténtico simulador, de lo que en una unidad denominaríamos "de plan 3", lo tendríamos en los "Domos" de la Estación Naval de Cecilfield, a los que más adelante me referiré.

El Vuelo

Nuestro primer contacto "físico" con el avión, había tenido lugar el 21 de febrero, cuando, tras las acostumbradas 8 horas de clase, se nos condujo a la factoría, con el fin de mostrarnos "in situ", el procedimiento de la "Revisión Exterior".

De este primer encuentro, puedo decir que lo que más nos sorprendió fue el tamaño del avión, pues si bien su planta es de dimensiones muy similares a las de un F-4, la altura de la cabina es muy superior, y en cualquier caso, mucho más elevada que la del F-1, que había supuesto mi anterior etapa. Asimismo, acostumbrado al material francés, de cabina reducida e interruptores

FIGURA 1

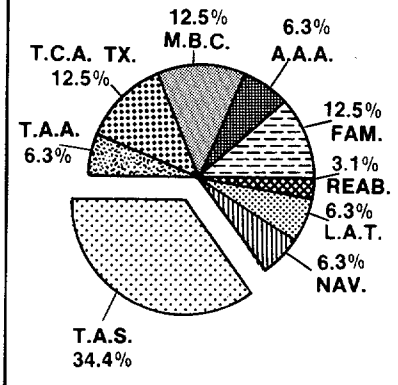
THE F-18 UNLUKY 13

1. Sensación confortable con altos regímenes de descenso.
2. Falta de sensaciones a diferentes velocidades.
3. Compensación errónea para el despegue.
4. Paso a "Mecánico" de los mandos de vuelo.
5. Utilización del Piloto Automático a altas velocidades.
6. Doble fallo de generador.
7. Ingestión de Objetos Extraños (en tierra o vuelo).
8. Fallos del Hidráulico 2.
9. Técnicas de aterrizaje con viento cruzado o pista mojada/helada.
10. Problemas en la extensión del Tren (Planing Link).
11. Fijación en la solución de bombardeo.
12. Utilización del Freno de Emergencia.
13. Pérdida de conocimiento.

que se pueden calificar de "delicados", la robustez del diseño del F-18, marcaba una clara diferencia.

Aún tendríamos que esperar 10 días para realizar nuestro primer vuelo. Para ello, tal y como estaba previsto en el programa, se utilizó la B.A. de Whiteman, parte del S.A.C. de la U.S.A.F.

MISIONES EN EL VFA-106



TAA	Tiro Aire-Aire
TCA	Tácticas de Combate Aéreo
MBC	Maniobras Básicas de Combate
AAA	Interceptaciones Aire-Aire
FAM	Familiarización
REAB	Reabastecimiento en vuelo
LAT	Maniobras a baja cota
NAV	Navegación a baja cota
TAS	Tiro Aire-Superficie

FIGURA 2

Allí los vuelos eran tranquilos, debido a la casi total ausencia de tráfico, que nos permitía la realización de los vuelos de transición, con la mayor comodidad.

Para los traslados San Luis-Whiteman, se utilizaba un avión C-90 que nos recordó nuestro tiempo en MATACAN en 1976.

El primer día de vuelo se fijó para el 3 de marzo de 1986, como estaba previsto en el programa (figura 1). Aproximadamente a las 11 de la mañana, llegaban los CE-15, 01 y 02 a Whiteman, siendo recibidos por el Coronel Agregado Aéreo y el Coronel Jefe de la oficina del programa en San Luis, acompañados por el Coronel Jefe de la B.A. de Whiteman y el equipo de mantenimiento hispanoamericano completo.

Acto seguido se realizaron los tres primeros vuelos de familiarización, que marcan el comienzo de la andadura aeronáutica del 151 Escuadrón, siendo las tripulaciones:

— VIEIRA/FRAZIER
— ARNAIZ/DESMOND
— DEMARIA/DESMOND

Los vuelos realizados fueron un total de 11 por piloto, divididos en 6 vuelos de familiarización (1 nocturno), 2 de empleo A/A (1 en cabina trasera) y 3 de empleo A/S (1 en cabina trasera).

El calendario previsto para estos vuelos se cumplió, prácticamente, como estaba previsto, con ligeras modificaciones, a las que obligó el mal tiempo reinante durante algunos días. La totalidad de los vuelos se habían cumplido el 22 de marzo y a ello contribuyó la gran fiabilidad que el avión demostró desde el principio.

No quiero dejar esta fase sin recordar aquí a nuestros dos instructores de vuelo, excelentes pilotos ambos, con historiales bien distintos.

Al Frazier, experto piloto de F-4 en la U.S.A.F. y experto también en F-15, Jefe de pilotos de McDonnell Douglas, y Dave Desmond, experto piloto del Marine Corps en A-4, instructor de F-18 en el primer escuadrón que lo recibió, los "Black Knights" de la Estación Naval de Lemoore, y que actualmente trabaja también en la Cía. McDonnell.

En los vuelos con ellos, pudimos apreciar que las mismas amistosas diferencias que siempre han tenido aviadores y marinos pilotos, son universales. Ambos siguen en nuestro recuerdo, no como profesores, sino como auténticos compañeros de vuelo.

Pero volvamos al compañero de todos, el F-18. Los vuelos realizados en simulador, hicieron que la adaptación al avión fuera muy buena. Por otra parte, si la marcada dife-

El 14 de febrero, con nuestro diploma bajo el brazo y una última foto bajo el lema ***"Here train the leaders of the world"*** *emprendimos viaje a San Luis.*

rencia de diseño entre el material francés y el americano, se había hecho notar aquel primer día, al volarlo, la suavidad de mando, la respuesta al vuelo a baja velocidad, "volar la incidencia", el estar acostumbrado a encontrar parte de la información en el HUD, etc., hizo que la adaptación fuera cuestión de minutos. Estoy totalmente convencido de que un piloto de F-1, no encuentra en su transformación al F-18, más que recuerdos mejorados al máximo, del maniobrero F-1. En cualquier caso, las excelentes cualidades de vuelo, ponen de manifiesto que, sea cual sea la experiencia anterior, la adaptación al vuelo básico del avión es rapidísima.

Una de las maniobras que más sorprenden en los vuelos de familiarización y que pone de manifiesto la extraordinaria capacidad de maniobra del avión, es el looping, que en la configuración más inestable (doble mando con depósito central) y comenzando con una velocidad indicada de 250 KIAS a 20.000 ft. es capaz de realizar, ganando en la maniobra 1.500 ft.

Nuestro ***primer contacto físico con el avión*** *tuvo lugar cuando se nos condujo a la* ***factoría*** *con el fin de mostrarnos "in situ" el* ***procedimiento*** *de la* ***Revisión Exterior.***

Otra cosa es el empleo de los sistemas del avión, que requiere gran cantidad de estudio, esfuerzo y entrenamiento.

Las lecciones de Al y Dave, nos enseñaron a sacar lo mejor del F-18 y también a ser conscientes de lo que llamamos "puntos débiles", aquéllos que todo avión tiene y que merecen especial atención en la fase de entrenamiento inicial, los "F-18 Unlucky 13" (figura 2).

Nadie piense al leer la lista, que son problemas constantes al F-18, nada más lejos de la realidad, simplemente, son aquellos puntos en los que el piloto debe poner especial cuidado y que, aún en el caso de un fallo, el avión posee recursos suficientes como para salir airoso de cualquier situación.

Todos ellos podrían ser objeto, individualmente, de un artículo, pero quiero resaltar, por casi totalmente nuevo, el último, causante ya de accidentes mortales en aviones del tipo F-16 y que nos recuerdan la imperiosa necesidad de un programa serio, de entrenamiento físico/psíquico, en las unidades de FF.AA. que operan aviones de altas características.

Como apuntaba anteriormente, el 22 de marzo, con el programa totalmente cumplido, se celebró una pequeña y familiar "ceremonia" de graduación" en la que recibimos con orgullo los certificados de entrenamiento y un pequeño objeto, de escaso valor económico pero de gran simbolismo, "un puntero", como avance de la gran cantidad de teóricas, que en el Ala 15 nos esperaban a nuestro regreso.

La fase con McDonnell había concluido y la expectación estaba ahora en nuestro encuentro con la NAVY. De nuevo un largo viaje en coche sería nuestro puente, esta vez con el desahogo de disponer de una semana de intervalo, hasta la fecha prevista de presentación en Cecil, el 7 de abril. Suponía nuestro primer permiso desde el pasado verano y sería el último hasta que finalizara el 86. Para algunos de nosotros suponía algo más, el reencuentro con nuestras familias que tras cuatro meses se reunieron con nosotros, juntos y, más aún, con la incorporación mes y medio más tarde del segundo grupo, formamos una auténtica "colonia" de 10 familias, que contribuyó a que el nacimiento del Ala 15 estuviera rodeado de un ambiente de compañerismo y unidad, que esperamos perdure a través de los años y aumente con el crecimiento del Ala. Soy consciente de los constantes sacrificios que los profesionales de la escala del aire, pedimos a nuestras familias, en

cualquier empleo, con los numerosos cambios de destino que la dedicación a nuestra profesión exige, y quiero desde aquí rendir homenaje a éllas por su desinteresada entrega y colaboración.

El entrenamiento con la NAVY y el Marine Corps

La Estación Aéro Naval de Cecil Field data de 1941 y toma su nombre en honor al comandante Henry Barton Cecil, que perdió la vida en un accidente, a bordo del dirigible AKRON en 1933. NAS Cecil Field, es la base de los aviones de la flota americana del Atlántico S-3A, así como tres Alas aéreas de portaviones y dos escuadrones de reserva.

De los dos escuadrones de F-18 estacionados en Cecil, el VFA-106 está dedicado a la transformación y entrenamiento de pilotos en F-18, y fue en él donde recibimos la totalidad de nuestra instrucción.

El día de presentación fuimos recibidos por el LT.CDR J. W. Peterson, Jefe del Escuadrón. Nuestro grupo fue denominado como la "clase 6S-86", que recibiría la instrucción al tiempo que la clase 6-86 de pilotos estadounidenses.

Nuestro entrenamiento constaba de 35 misiones/piloto, con un total de 242,5 horas de vuelo. La figura 2 muestra la distribución de éstas con arreglo a los porcentajes de cada fase.

Todas las misiones eran voladas previamente en los simuladores y eran acompañadas de un conjunto de teorías de empleo táctico.

Previamente, tuvimos que pasar un examen de conocimiento general del avión y emergencias en simulador, que confirmó el alto nivel de preparación que recibimos en San Luis. A este examen, siguió la primera fase del curso, que era requisito indispensable para recibir entrenamiento en la NAVY, el "Water Survival". Con una duración de tres días, entre teóricas y ejercicios dentro y fuera del agua, fue una interesante experiencia, nueva para todos nosotros y de gran utilidad.

Los simuladores y el sistema C.A.I. estaban a nuestra disposición durante todo el tiempo, de forma que en las horas que no estaban programados para una clase, cualquier alumno podía disponer de ellos, sin más que solicitarlo al O.D.O. (oficial de operaciones del escuadrón) y reservar la hora. Este hecho era una consecuencia de la flexibilidad de horario, con la que funcionaba todo el escuadrón. Con un funcionamiento normal de 06 horas a 23 horas, alumnos y profesores son programados el día anterior, para una jornada de 8 horas dentro de ese mar-

*El entrenamiento a bordo de **F-18** en la estación aero naval de **Cecil Field** (foto superior) constaba de **35 misiones piloto** con un total de 242,5 horas de vuelo. Posteriormente en la Estación Naval de **Oceana** se realizan misiones de **combate y ataque al suelo** con aviones F-18 contra **A-4** (foto intermedia) y **Kfir** (foto inferior).*

gen, de acuerdo con las necesidades de entrenamiento (simulador, nocturnos, etc.). El horario de actividades, se publicaba diariamente al finalizar la jornada y a él se tenía acceso, sino se estaba en la base, mediante una cinta grabada que a través de dos líneas telefónicas lo emitía.

Decía, al referirme a la instrucción simulada en McDonnell, que el sistema de simulación de vuelo que más nos impresionó y al que probablemente más rendimiento sacamos, fueron los "Domos" de Cecil. Efectivamente, en ellos, las imágenes generadas por computador y proyectadas en la esfera que rodea tu cabina, hacen el vuelo tan real, que un combate con un MIG 21, F-4, o cualquiera de los blancos seleccionables, altera hasta tu respiración, en el mismo modo que lo haría un combate real. Durante éste, los computadores reflejarán todas tus maniobras con el avión, controlarán hasta la última de las variables que lo afecten, si lanzaste o no bengalas, si te pasaste de G's, si tu misil llegó antes o si has sido derribado por el "Atoll" que verás acercarse humeante, tornando roja toda tu bóveda, al alcanzarte en medio de una explosión, después... ¡Estudia! ¿Por qué?, porque aquí sí existe una segunda y más oportunidades, y aprenderás que incluso en esa fase terminal, en la que un misil se acerca inexorable al Hornet, éste dispone aún de recursos para sobrevivir y vencer, si el piloto, "de caza", que lo maneja, conoce perfectamente los sistemas y ha sido correctamente entrenado.

Este sistema de simulación, cubría no solamente el combate A/A y el ataque A/S, sino además, misiones como el disparo en entrenamiento, sobre blanco remolcado por otro F-18.

En ellos era posible, asimismo, la integración de dos sistemas para combatir en pareja contra un enemigo común, cubriendo así la parte correspondiente a la ineludible coordinación y formación de "elementos de combate" en una unidad moderna.

Para estudiar la fase de vuelo, nos guiaremos por la figura 2 en la que mostramos la composición de nuestro entrenamiento, dividido en misiones.

a) *Familiarizaciones.*—Estas cuatro misiones estaban dedicadas a la adaptación al vuelo en EE.UU., y con la enorme densidad de tráfico, no sólo de Cecil con sus numerosos escuadrones, sino de la cercana base de N.A.S. Jacksonville, o del aeropuerto de la ciudad, adaptación necesaria y urgente, pues de los 35 vuelos programados, sólo 9 eran de doble mando y el resto en monoplazas. Una de las inquietudes mayores, era la meteorología cambiante y particular de la península de Florida, en la que los cúmulos alcanzan grandes dimensiones y rapidez de formación. Afortunadamente, el radar del F-18 en su función aire-suelo, modo MAP, los presenta con gran precisión y se puede volar fácilmente a través de los "agujeros".

b) *Interceptaciones.*—En esta fase el radar APG-65, en su función aire-aire nos mostró toda su capacidad. Aquellos sistemas que, con mayor o menor precisión, aplicábamos para descubrir los rumbos de colisión, velocidades del blanco o su rumbo, en los F-1 o F-4, eran innecesarios o se simplificaban enormemente, no sólo por la cantidad de información disponible en pantalla, sino por la lejanía de los contactos. No importa la altura a la que el blanco vuele, si está allí, aparecerá en el radar.

La integración del radar con la pantalla tipo PPI del Link 4, reduce al mínimo el esfuerzo necesario para la interpretación de la geometría de interceptación, de forma que ésta se puede realizar con toda garantía y en un tiempo mínimo.

Esta capacidad Data Link, incluida ya en el software del C-15, es una de las muchas posibilidades abiertas al futuro del F-18, en su integración y cooperación a la modernización del sistema de defensa aérea, o cooperación con la Armada.

La normal tendencia a las geometrías de conversión a cola, impuestas por los armamentos de sector trasero (AIM-9J), tuvo que ser corregida, por la necesidad de colocar al F-18 en disposición de emplear sus poderosas armas de sector delantero (AIM-9L/M o AIM-7M), lo que conlleva, además, la deseable mínima exposición y riesgo en la maniobra.

Complemento ineludible a esta capacidad, es poder identificar antes del disparo, a ese blanco a quien podemos derribar a distancias a las que nuestra vista no alcanza. Los sistemas integrados lo convierten en el auténtico avión de superioridad aérea que deseamos sea el C-15.

c) *Combate.*—Una vez realizadas cuatro misiones de "maniobras básicas", necesarias para adaptarse a las cualidades de vuelo del F-18, fuimos desplegados a la Estación Naval de Oceana, en la semana del 18 al 25 de mayo. En el destacamento realizamos misiones del tipo TCA-TX, sobre aviones Kfir y A-4 Super F. En ellas, el enemigo podría ser una pareja de Kfir, o de A-4, o cualquier combinación entre ellos y otro F-18. El más interesante resultó ser la combinación entre el A-4 y el Kfir (allí denominado F-21) por la diferencia entre las características de ambos. Nuestra experiencia en combates disimilares con los M-III en España, o el propio F-1, fue de un gran valor y pudimos apreciar que no existen grandes diferencias entre las tácticas, no en vano aquí y allá, los pilotos saben sacar lo mejor de la envolvente de sus aviones. Los aviones contrincantes pertenecían al VF-43, los "agresores" de la NAVY que, al igual que los de la USAF, utilizan en sus aviones escarapelas y números al estilo del Este. La zona de entrenamiento era el NAS OCEANA TACTS, dotada de sistemas de seguimiento y evaluación desde el suelo. Este sistema, permitía a los pilotos agresores la localización del blanco a grandes distancias, a pesar de no disponer de radar de interceptación, ya que eran guiados con gran precisión por los controladores de vuelo, quienes podían localizar la posición exacta del blanco sobre la cabina, cuya representación aparece en la consola. La confirmación, en el mismo instante de la efectividad del disparo de un arma determinada, o la reconstrucción de las maniobras de combate después del vuelo, siguiendo en la consola el movimiento tridimensional de todos los aviones implicados en el combate, son claros ejemplos de la gran utilidad del sistema. La inclusión en programas de intercambio, que permitieran la utilización de áreas de este tipo, de uso corriente en Europa por los países integrantes de la Alianza, incluyendo a Francia, sería de enorme interés.

c) *Ataque al Suelo.*—El estudio, la adaptación y el entrenamiento en la fase de ataque a suelo, fue la que más novedades aportaba en el desarrollo del curso, debido a los sistemas de navegación, localización y ataque a un objetivo, de que el F-18 dispone.

Se ha dicho, que el lanzamiento de las armas y la destrucción del objetivo, requiere una carga para el piloto mucho menor que en los aviones precedentes, y que la presentación constante en el HUD de los parámetros de lanzamiento y puntos de impacto, permiten una gran flexibilidad en el ataque, característica esta de gran importancia, para asegurar una mayor supervivencia, en los ataques a lugares en los que existen defensas anti-aéreas, sin menoscabo alguno de la precisión en los impactos de las armas. Si bien esto es cierto, la adaptación a estos nuevos sistemas de lanzamiento, requiere bastante entrenamiento y gran cantidad de estudio, sobre todo en el manejo de los sistemas que serían utilizados en ataques a objetivos no detectables vi-

sualmente, en condiciones de meteorología muy adversa, o en nocturno.

Esta necesidad de entrenamiento, se ve claramente reflejada en la figura 4 en la que se observa que el tanto por ciento dedicado al entrenamiento A/S (TAS, NAV y LAT), alcanza el 47% con la importante cifra de 34,4% dedicado al tiro.

Una vez alcanzado el dominio de los sistemas, la precisión en el lanzamiento de armas no guiadas es asombroso, hasta el punto de poder alcanzar fácilmente, CEP's inferiores a 50 ft. con lanzamientos a alturas superiores a los 10.000 AGL, fuera del alcance normal de los sistemas AAA.

Esta extraordinaria precisión, la flexibilidad en el ataque, la multitud de sistemas de localización del objetivo y la capacidad de supervivencia, no sólo por la maniobrabilidad, sino por la capacidad de autodefensa electrónica y contraataque inmediato a cualquier amenaza anti-aérea, mientras se continúa el ataque inicial, hacen del F-18 un elemento importantísimo de disuasión.

La importancia, continuidad y dedicación que exige esta fase, así como la necesidad de disponer de un área adecuada para su realización, supone, en el VFA 106, la realización de un despliegue a la Estación Naval de Fallon, en el estado de Nevada.

La escasa densidad de población de la zona y sus características geográficas, la convierten en el escenario soñado para cualquier piloto de combate, para realizar un entrenamiento "real".

Las misiones L.A.T., no estaban relacionadas directamente con la adaptación a un nuevo tipo de avión, ya que deben ser comunes a cualquier tipo de avión que se emplee en misiones de ataque a suelo. Es cierto que su práctica aumenta el riesgo y que requieren zonas adecuadas, pero no es menos cierto que sin ellas el nivel de atricción disminuye, en menor índice del que crece el alejamiento de la eficacia real del entrenamiento y el falseamiento del nivel de operatividad. Desgraciadamente, ese alejamiento sólo se hace patente en caso de necesidad urgente de empleo y entonces, tal vez sea tarde. En ellas, se entrena el vuelo a los niveles de "confort", "mínima altura de que eres capaz", "técnicas de cruce de montañas", "evasión de ataques aéreos", etc. Estas misiones son parte del Plan de Instrucción de las unidades de la NAVY, que han demostrado su eficacia.

Sería extensísimo el repaso de cada uno de los aspectos de las diferentes misiones A/S y espero hacerlo en otros artículos, pero no quiero dejar de nombrar las misiones que realizamos con el avión dotado de FLIR. Si se piensa en el C-15 como arma disuasoria por excelencia, de la que se quiere sacar todo su partido, no se puede olvidar su dotación de los sistemas que lo hacen realidad. Con ellos la navegación y ataque nocturno de precisión es factible, sin ellos nuestra guerra será diurna y quizá la del enemigo no.

Algunas partes de ese entrenamiento real, estaban integradas por las siguientes misiones:

— Misiones de entrenamiento en maniobras a baja cota (L.A.T.).

— Lanzamiento de armas en Noria o Pasada Operativa, con diversos ángulos.

— Ataques sobre objetivos (dentro de polígono) en misiones de Apoyo Aéreo, con recepción de datos en vuelo y T.O.T. ajustados al máximo.

— Incursión de aviones agresores (A-4) durante el ataque a objetivos, con evaluación de los impactos conseguidos.

— Navegación y ataque con designación del objetivo por medio de sistemas FLIR y radar de abordo.

— Ataques en ambiente de contramedidas electrónicas y presencia de defensas anti-aéreas.

— Preparación y ejecución de ataques por grandes formaciones.

Durante nuestro curso, realizamos misiones incluidas en el entrenamiento en maniobras a baja cota, lanzamiento de armas convencionales (MK-76, BDU-48, MK-82 y munición de 20 mm.) en día y noche, ataque con designación del objetivo con FLIR o radar de a bordo y misiones de apoyo (C.A.S.).

Soy consciente de que este artículo, aunque extenso, deja muchas preguntas sin contestar. He querido dar un repaso a los puntos más importantes de nuestro curso y resaltar aquellos que pueden afectar al entrenamiento de nuestras unidades.

La incorporación del F-18 al Ejército del Aire, supone un reto de modernización, no sólo del material sino también del entrenamiento. La capacidad de mejora y actualización constante del avión, supone el mantenimiento de ventanas abiertas, para disponer de un avión moderno, aún en el próximo siglo. La necesidad de sistemas adicionales para el entrenamiento (C.A.I., mapas digitales, Sistemas de Cálculo de Datos de Navegación), la posibilidad del estudio y desarrollo de alguno de estos sistemas en España, la adaptación del armamento de fabricación nacional, etc.; son sólo algunos ejemplos de lo que debe ser nuestro futuro.

El 10 de julio de 1986 los cuatro primeros C-15 del E.A. realizaban un vuelo sin escalas, repostando de dos aviones TK-10 en ocho ocasiones, desde el aeropuerto de San Luis a la B.A. de Zaragoza, era el fin de un curso, era el comienzo. ■

ENFERMEDAD DESCOMPRESIVA TRATAMIENTO

CESAR ALONSO RODRIGUEZ, *Capitán Médico*
JUAN CARLOS SALINAS SANCHEZ, *Capitán Médico*
C.I.M.A.

YA habíamos visto en el capítulo previo de Enfermedad Descompresiva como el nitrógeno que constituye el 71,09% del aire atmosférico normal, se comporta como un gas inerte y al no entrar en combinación con ningún elemento permanece disuelto en gran cantidad en la sangre y progresivamente en algunos tejidos, se recordará como el nitrógeno por sus especiales características era capaz de formar microburbujas y éstas ser las responsables de adversos efectos a nivel vascular y tisular. (1, 2, 3, 4).

La terapia hiperbárica se basa en 2 principios físicos uno el relacionado con la capacidad de compresión de los gases y el segundo con la capacidad de disolución de los gases en relación con la fracción inspirada de los mismos (5).

El primero no es más que la aplicación de la ley Boyle, al aumentar la presión disminuye el volumen de cualquier gas, en este caso encontraremos una disminución del volumen de las burbujas de gas distribuidas por el organismo y que van a ser el origen de numerosas alteraciones como la enfermedad descompresiva vista en el núm. 558 de R. de A. y A. La figura 1. nos muestra la relación entre el volumen del gas y la presión aplicada.

Durante la compresión, la burbuja se vuelve cada vez menor y la tensión superficial de la misma aumenta. Por debajo de un cierto diámetro crítico, la tensión superficial es suficientemente intensa como para que la burbuja se colapse y el gas contenido en su interior se disuelva, ésto que teoricamente podría cumplirse en la práctica a veces no ocurre, es la simple reducción del volumen, la que contribuye principalmente a la mejoría de los síntomas, permitiendo restaurar la circulación, en el lugar que previamente

Profun. en m.	Presión en ATA	Volumen relativo	Diámetro relativo
0	1	100	100
10	2	50	79,3
20	3	33,3	69,3
30	4	25	63
40	5	20	58,5
50	6	16,6	55
100	10	10	46,2

Figura 1. Relación entre volumen de la burbuja con incremento de presión. (ATA = Presión Absoluta).

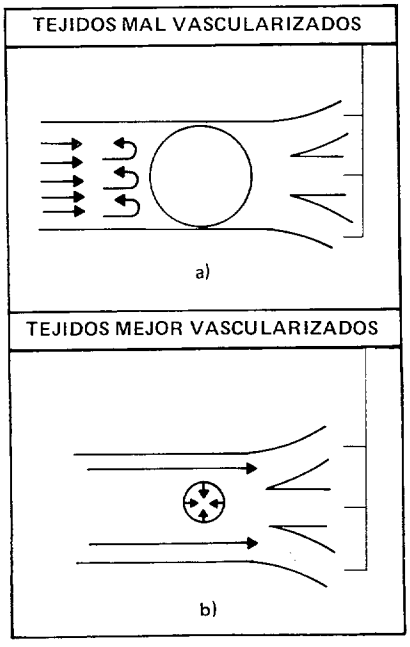


Figura 2. a) Situación de las burbujas de aire/nitrógeno en caso de Enfermedad Descompresiva. b) Después de Tratamiento Compresivo.

estaba obstruido (ver figura 2), además reduce los efectos mecánicos producidos por la presencia de burbujas extravasculares (6). Al estar el gas atrapado dentro de la burbuja a una mayor presión se establece un gradiente favorable hacia la difusión de éste al exterior. Ello precisamente nos lleva al segundo condicionamiento físico de la Terapia Hiperbárica, ésto es la disminución de la concentración del nitrógeno en el aire inspirado que contribuye a crear un gradiente a favor de la eliminación de éste gas desde los tejidos donde se encuentra acumulado. Ello se consigue respirando oxígeno al 100%. La figura 3 nos muestra la diferencia de gradientes de eliminación de nitrógeno respirando aire y oxígeno al 100%.

Pero los efectos beneficiosos de la utilización de éste oxígeno hiperbárico, no sólo están por la facilitación en la eliminación y disminución de las microburbujas. De todos es conocido que el oxígeno es transportado a los tejidos por la hemoglobina, pero ésta tiene un límite en cuanto a su capacidad de transporte, llegado éste, por mucho oxígeno que transportemos esta molécula es incapaz de cargar más. En condiciones normales además del oxígeno combinado con la hemoglobina, el oxígeno puede ser llevado en la sangre disuelto en la misma, pero esto ocurre en una proporción tan pequeña que es un oxígeno que de poco le sirve a los tejidos. Se administramos O_2 al mismo tiempo que sometemos al paciente a terapeutica hiperbárica la concentración de este O_2 disuelto en sangre va a aumentar a unos niveles en que si va a ser suficiente para que sea útil a los tejidos, es decir que tal como se representa en la figura 4, aumentando la presión parcial de O_2, el combinado con la hemoglobina per-

manecerá igual a partir de 200mmHg., mientras que el oxígeno disuelto aumenta en relación con la presión aplicada.

INDICACIONES

De lo dicho anteriormente parece desprenderse que la oxigenoterapia hiperbárica es el principal medio terapeutico en caso de enfermedad descompresiva.

Se recordará existían dos formas clínicas; de tipo I, sin repercusión visceral y de tipo II, con manifestaciones viscerales (cardiovasculares, neurológicas, etc...).

Cualquier manifestación correspondiente al tipo II, será indicación absoluta de tratamiento, además de las manifestaciones articulares de tipo I. (9, 10, 11, 12)

El cuadro I nos muestra la pauta de actuación ante un caso de enfermedad descompresiva.

Existen otras indicaciones para la utilización de éste medio terapeutico, que se escapan del propósito de este trabajo, no obstante quedan resumidos en el cuadro II.

TRATAMIENTO

Por casi todos es concocido que el tratamiento del llamado "accidente de buceo", es situar al buceador en una cámara cerrada a la que se inyecta aire a presión, es decir la utilización de las llamadas Cámaras Hiperbáricas. Con ello se consiguen parte de los objetivos esbozados en el repaso de las bases fisiológicas de la Enfermedad Descompresiva.

En el caso del Aviador el Tratamiento va a ser realizado de una manera similar pero aprovechando el desarrollo y grandes posibilidades de las actuales Cámaras Hiperbáricas muy superiores en capacidad y recursos a aquellas primitivas diseñadas excluxivamente para el tratamiento del "buceador".

Las prospecciones petrolíferas en el fondo del mar han beneficiado enormemente el desarrollo de la medicina Hiperbárica pues son precisamente poderosas compañías petrolíferas las más interesadas en el desarrollo de técnicas que permitan un mejor aprovechamiento de los recursos humanos en el medio submarino.

La eficacia del Tratamiento y los medios empleados en la investigación de métodos y Tablas de Tratamiento han permitido que la Medicina Hiperbárica cobre cada vez más sentido terapeutico, que en cierto modo había perdido durante las décadas de los 50 y 60.

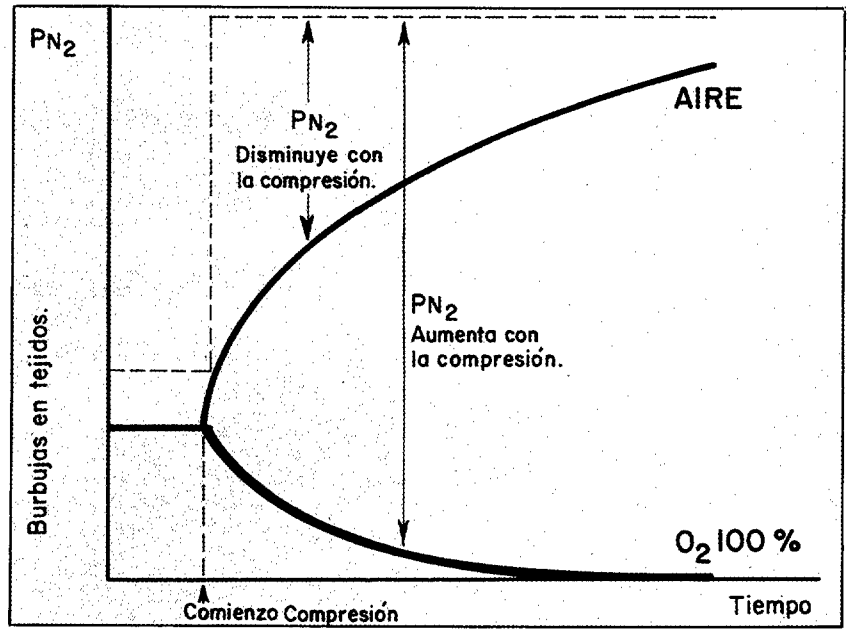


Figura 3. Diferencia de gradientes de eliminación de Nitrógeno, respirando aire y oxígeno al 100%.

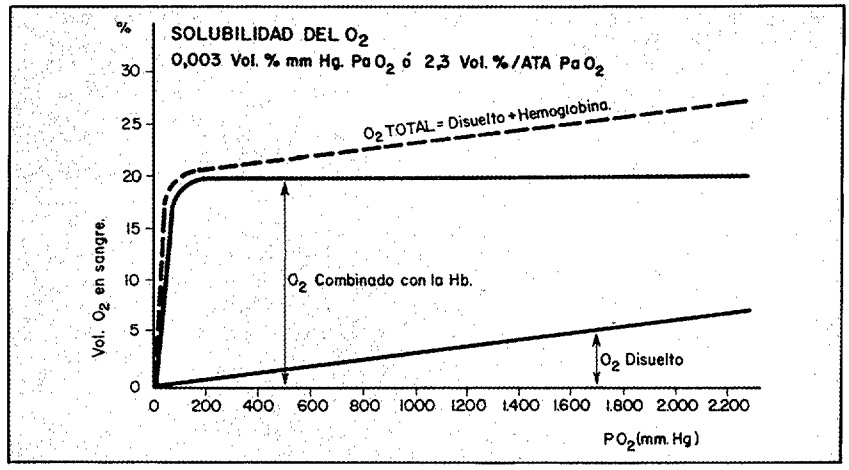


Figura 4. Curva de disociación de la Hemoglobina en relación a la concentración de oxígeno disuelto y a progresivas presiones parciales de oxígeno.

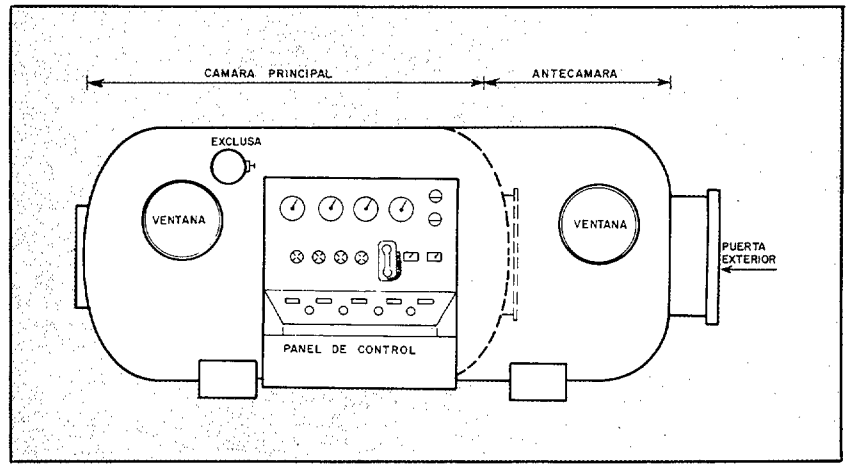
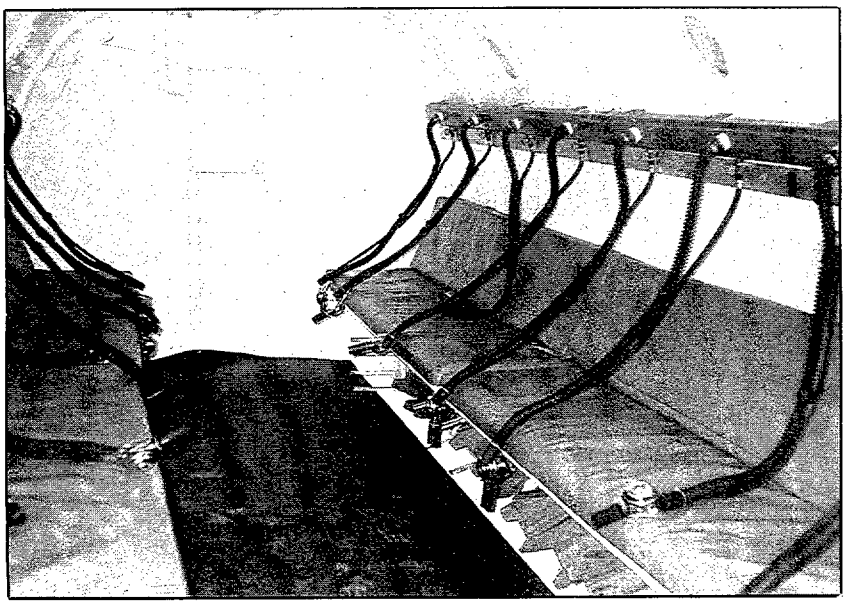


Figura 5. Cámara Hiperbárica Tipo.



Cámara Hiperbárica Multiplaza.

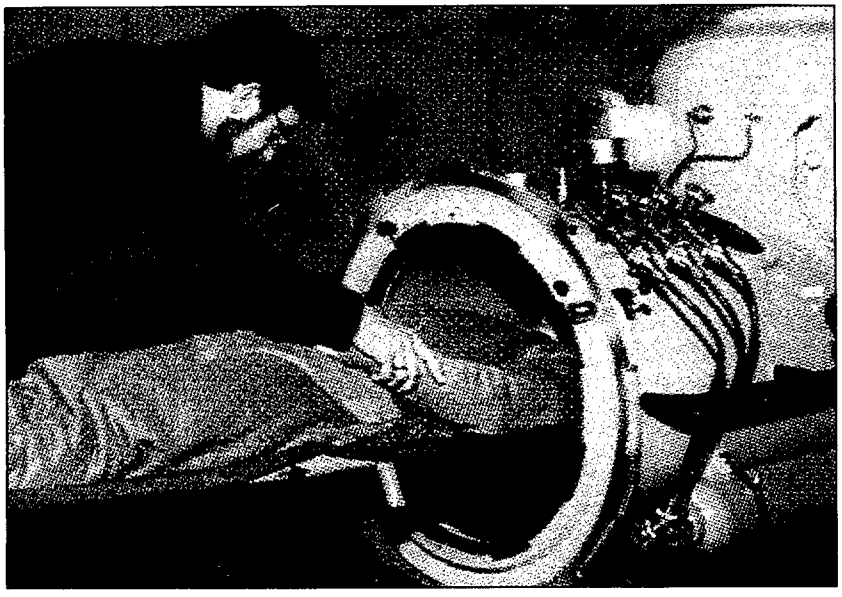
Hoy día son numerosos los países que disponen de importantes departamentos de Medicina Hiperbárica. Así hay unidades de Tratamiento Hiperbárico distribuidas en el Territorio francés siendo las del COMEX conocidas a nivel mundial.

Ciñéndonos al campo exclusivamente Aeronáutico, ya hemos visto como las Bases fisiológicas de la Enfermedad Descompresiva del Aviador o del Buceador son las mismas y de ahí que el Tratamiento sea similar.

Actualmente la USAF dispone de 2 grandes Unidades de Medicina Hiperbárica situadas en San Antonio (Texas) y otra en Dayton (Ohio). Esta última, situada en la Base de Wright-Patterson es la mayor unidad del mundo, dotada con los sistemas de Tratamiento más avanzados y con una capacidad, en su Unidad Central, para atender hasta 40 pacientes.

Existe el proyecto de creación de 2 unidades más una situada en la costa Oeste de USA y otra probablemente en el suroeste de USA.

Parece evidente que la inversión de grandes sumas de dinero en la dotación y creación de Unidades de éste tipo responde a criterios de utilidad y rentabilidad a los que probablemente no debemos ser ajenos pensando sobre todo que España dispone de tecnología y medios propios para la instrucción y construcción de Cámaras Hiperbáricas homologables a las ya desarrolladas por industrias extranjeras.



Cámara Hiperbárica Monoplaza.

En esquema una cámara hiperbárica no es más que un habitáculo, generalmente cilíndrico, al que se inyecta aire comprimido, mediante un sistema de válvulas que permite también la evacuación de ese aire a presión. La figura 5 nos muestra lo que puede ser la configuración de una Cámara hiperbárica típica. Las paredes de este cilindro serán tanto más gruesas cuanta más presión tenga que soportar, es decir cuanto más "profundo" se quiera llegar. A este cilindro se le pueden añadir diversos elementos que en definitiva son los que van a caracterizar las posibilidades de la cámara, como son aporte exógeno de Oxígeno (Oxigenoterapia hiperbárica), comunicaciones con el exterior, indicador de niveles de Oxígeno en el interior, medicalización de ésta y capacidad.

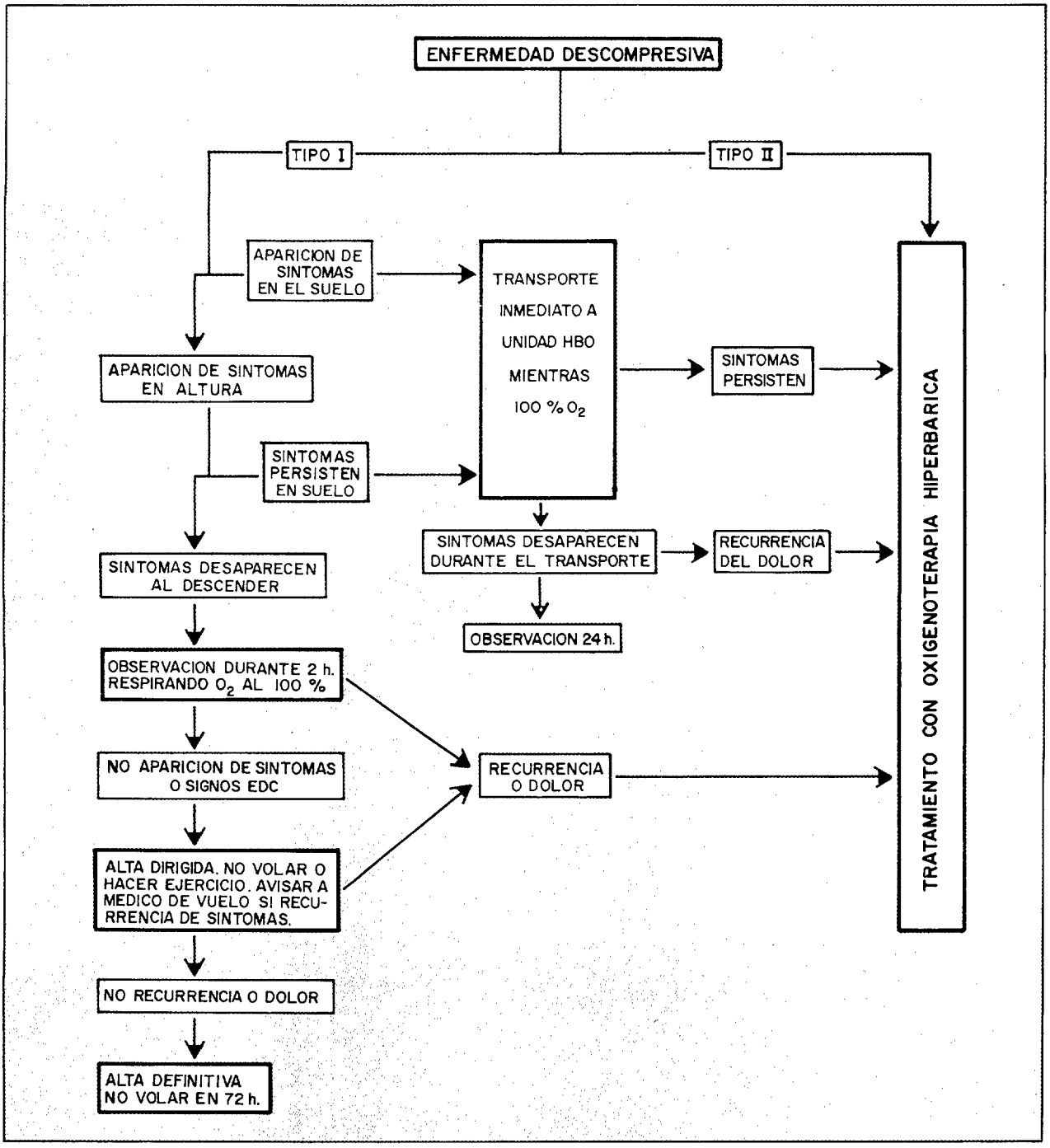
Como queda expresado en la figura 5, toda cámara hiperbárica debe disponer de una antecámara o compartimento estanco que en un momento dado permita subir o bajar a alguien, generalmente personal sanitario, en el curso de un tratamiento largo, manteniendo al posible paciente en la cámara principal.

Existen 2 tipos de cámaras.

1) **Multiplazas**, es decir aquellas que permiten el tratamiento de varios pacientes, a la vez. La tendencia actual es hacia la utilización de este tipo de cámaras, más espaciosas y rentables. Habría que señalar que España posee la cámara hiperbárica mayor de Europa situada en el Hospital de Caridad de Cartagena, y construida de una manera casi artesanal por uno de los pioneros de la Medicina Hiperbárica en España el Dr. D. Antonio de Lara, antiguo jefe de la Unidad de Investigación Subacuática de la Armada. El acceso a la cámara puede realizarse mediante una puerta circular o rectangular, esta última más útil por permitir un paso más fácil, sobre todo si se ha de introducir camillas.

2) **Monoplazas**. estas permiten el tratamiento de una sola persona, es decir no hay posibilidad de soporte médico en su interior y su utilización está relegada prácticamente al "accidente de buceo".

Existe un tipo especial de cámara monoplaza, denominado "cartucho", éstos pueden ser acoplados a una multiplaza y realmente sólo se utili-



Cuadro I. Pauta de actuación.

zan para el transporte del paciente a una Unidad multiplaza, su utilidad actualmente está en entredicho y el uso de éstos cada vez menor.

Hemos visto en que consiste una cámara hiperbárica, pero el modo de utilización o pauta de tratamiento, que en este caso denominamos "tablas de tratamiento" va a variar de una enfermedad a otra, explicar las pautas de tratamiento de cada una de las indicaciones referidas en el cuadro II, se escapa del ámbito de ésta exposición no obstante la figura 8 a) y b) señala las 2 pautas de tratamiento referidas como tablas V y VI, para la Enfermedad Decompresiva en sus tipos I y II respectivamente. En ambos casos se consigue una presión de 2,8 Atmósferas Absolutas, variando el tiempo de exposición, según la tabla y siempre alternando aire y oxígeno, pues la exposición de forma continuada a este gas en ambiente de alta presión es tóxico.

Son precisamente estas tablas las utilizadas en el tratamiento de la Enfermedad Decompresiva del Aviador.

Si nos fijamos en el cuadro I, donde se establecen las pautas de actuación ante un posible caso de Enfermedad Descompresiva, observamos que si la sintomatología aparece en la altura, muchas veces

INDICACIONES DE LA OXIGENOTERAPIA HIPERBARICA (HBO)	
TRATAMIENTO INMEDIATO	Enfermedad Descompresiva. Intoxicación por CO. Gangrena Gaseosa.
INDICACIONES REFERENTES	Embolismo Gaseoso. Osteomielitis Crónica. Osteoradionecrosis. Injertos Cutáneos.
INDICACIONES COMPLEMENTARIAS	Arteriopatías grados I y II. Retinopatía Diabética grados I y II Trastornos en la Cicatrización. Enfermedades Hipóxicas Agudas. Crush Síndrome (Síndrome Aplastamiento) Lesiones por Congelación.

Cuadro II. Indicaciones más importantes de la OXIGENOTERAPIA HIPERBARICA.

simpiemente bajando (significa compresión), desaparecen, otras veces ocurre ésto durante el transporte a una unidad de medicina hiperbárica, siempre respirando oxígeno al 100%. es sólo si a pesar de ésto los síntomas de la enfermedad tipo I persisten cuando está indicado la instauración de una tabla tipo V. La aparición de síntomas de enfermedad tipo II implica tratamiento con oxígenoterapia hiperbárica lo más pronto posible.

Independientemente del tratamiento en cámara hiperbárica existen otras medidas de soporte médico convencional que no deben olvidarse como administración de diversos fármacos e infusión de líquidos por vía exógena, así como el riguroso control de constantes vitales.

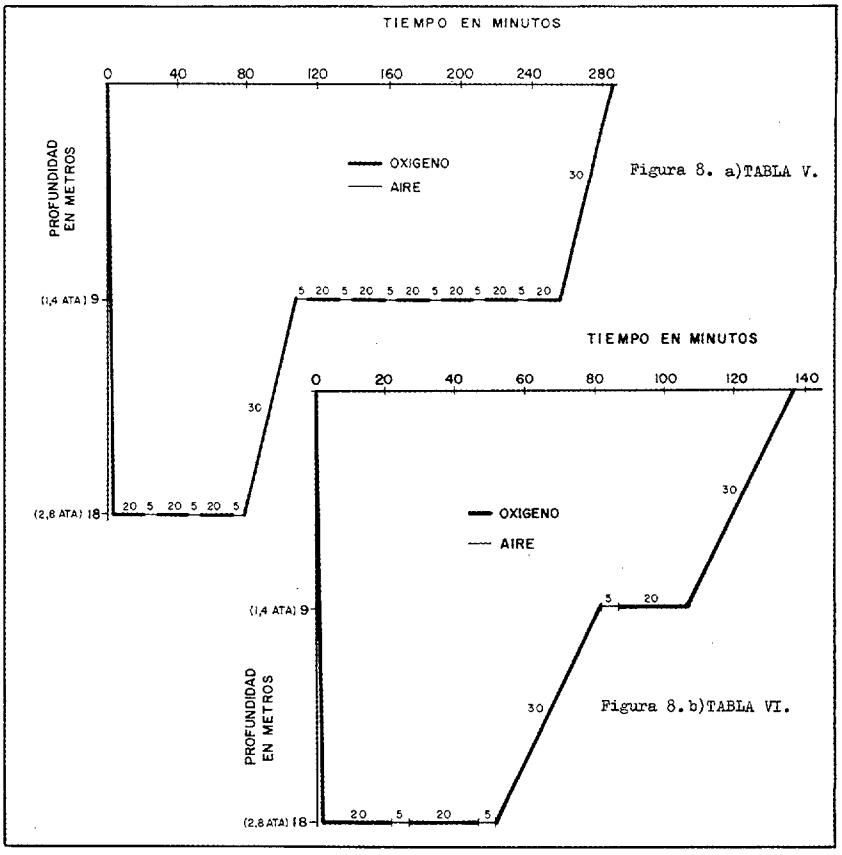


Figura 8. a)TABLA V.

Figura 8. b)TABLA VI.

CONCLUSIONES

No parece haber desacuerdo desde el punto de vista Médico Aeronautico sobre la necesidad de disponer de este medio terapeutico allí donde el riesgo de aparición de dicha enfermedad es más acentuado.

La ubicación de una Unidad de Oxigenoterapia Hiperbárica aportaría un inestimable elemento de seguridad a nuestras tripulaciones y en general a todo el personal que realiza prácticas de entrenamiento fisiológico, tanto tripulantes como instructores, de ahí que la localización más adecuada de esta Unidad sea precisamente el CIMA.

Hay que resaltar que todas las Fuerzas Aéreas de nuestro entorno poseen instalaciones de este tipo próximas a sus unidades de Entrenamiento Fisiológico y aquellos países que como Grecia o Portugal no poseen dichos medios es porque en sus proximidades existen las apropiadas instalaciones pertenecientes a la Armada. ■

BIBLIOGRAFIA

(1) Harvey E.N. Buble Formation in animals. Gas nuclei and their distribution in the blood and tissues. J. Cell comp. Physiol 1944; 24: 23-24.

(2) Behnke A.R. Descompression Sickness: Advances and Interpretations. Aerospace Med. 1971; 42:255-267.

(3) Jones, H.B. Gos exchange and blood-tissue perfusion factors invariones body tissues. In National Reserach Conncil, Comittee on Med. Sciences. Decompression Sickness: Caisson sickness, diver's and flier's bends and related Syndromes. Edited by J.K. Fulton 437 p. Phyladelphia 290-295, 1951.

(4) Harvey E.N. Physical factors in buble formation. En Decompression Sickness. J.F. Fulton. Saunders, Filadelphia, 90-114, 1951.

(5) Hyperbaric Chamber Operations AFB. 161-27. Department of the Air Force. HQ USAF. 1983.

(6) Davis Jefferson C. and Hunt, Thomas K: Hyperbaric Oxygen Therapy. Undersea Medical Society Inc. Bethes la, Mavyland 1977.

(7) Lundin, G. Nitrogen elimination from the tissues using oxygen breathing and its relationship with fat: muscle ratio and the localization of bends. J. Physiol. Londres 152, 167-175, 1960.

(8) Elliot D.H., Hallenbeck J.M.: the pathophysiology of Decompression Sickness. En "The Physiology and Medicine of Diving". Bennett y Elliot, pags. 435-455 Ed. Balliere & Tindall, Londres 1975.

(9) Davis, J.C., P.J. Sheffield, I. Schuckneckt, R.D. Heimbach, J.M. Dunn, G. Douglas, and G.K. Anderson. Altitude Decompression sickness: Hyperbaric Therapy results in 145 cases. Aviat. Ensiron. Med 48 (8): 722-730, 1977.

(10) Feldmeier J.J., Workman W.T. the USAF Hyperbaric Center: A look Through the Porthole. Military Medicine. Vol. 148. Febrero, 1983.

(11) Downey V.M. the use of overcompression in treatment of Decompression sickness. Aerospace Med. 34: 28-29, 1963.

(12) Haymaker, W. A.D. Johnston and V.M. Downey. Fatal Decompression sickness dusing jet aircraft flight; Clinicopathological study of 2 cases J. Aviat. Med. 27: 2-17, 1956.

(13) Tomado de la I Reunión Nacional sobre Cámaras Hiperbáricas. No Publicado. Octubre, 1985.

BIORREOLOGIA ESPACIAL

SERAFIN GARCIA FERNANDEZ,
JOSEP M.ª LOPEZ BES,
MARC BARRACO SERRA,
M.ª ANGELES ADRIA CASAS,
Profesores de la Universidad de Barcelona

EL espacio lejano que nos rodea presenta unas características diferenciales notables respecto a las zonas más próximas a la superficie terrestre.

De esta forma, la ausencia de efectos gravitatorios, la exposición intensa a las radiaciones cósmicas, la no existencia de la alternancia diurna-nocturna de 24 horas, la exposición al vacío especial, así como también otros factores, son los causantes de modificaciones presentadas en el comportamiento humano y las reacciones, alteraciones, de los fluidos orgánicos.

La simulación de estos efectos es complicada y las modificaciones reológicas que comportan provocan anomalías funcionales destacables, lo que debe tenerse presente como factores limitantes importantes en las prestaciones del cuerpo humano.

De especial relevancia resulta el estudio de las alteraciones reológicas experimentadas por los fluidos orgánicos, o procedentes del organismo vivo, así como las repercusiones que se derivan en el comportamiento físico y psíquico general, analizando las modificaciones funcionales derivadas y estudiando la metodología de investigación espacial disponiendo el cuerpo humano en presencia de hábitats distintos.

Introducción

La realidad del conjunto tecnológico espacial resulta compleja y engloba una serie de diferentes disciplinas orientadas a facilitar, o incluso a conseguir, objetivos en las comunicaciones, viajes, o como medios de soporte útiles a otras temáticas científicas.

Es bien conocida la existencia de una íntima relación entre ellas, a fin de conjuntarlas, y, con ello, obtener un cuerpo doctrinal único.

De los fenómenos de comportamiento de los materiales que han sido estudiados (y lo son continuamente) los referentes a las características físico-químicas lo son parcialmente, siendo los de índole psíquica, a nivel de divulgación, los menos concretos.

Al ser todo lo anteriormente citado, materia que abarca la Reología y existiendo una relación entre ésta y la realidad biomédica, se pone en evidencia clara el necesario desarrollo de la modalidad de la Biorreología Espacial.

Características del espacio exterior

La zona del espacio más alejada de la superficie terrestre presenta unas características físicas muy diferentes de las que se pueden observar en las zonas que más cercanas son a la actividad humana cotidiana.

Los factores definitorios del espacio lejano pueden resumirse, en síntesis, como:

— ausencia de campo gravitacional;
— exposición a los rayos cósmicos;
— ausencia de la alternancia de ciclos de día y noche de 24 horas;
— existencia del vacío espacial.

Otras propiedades definitorias del espacio exterior lejano son derivadas de las anteriores o bien son de menor preponderancia, como los intercambios térmicos, oscuridad exterior, etc.

Puede asegurarse que las condiciones que se han definido son las utilizadas en los estudios físicos primarios como hipótesis de principio, a efectos de simplificar la formulación resultante.

Importancia relativa de los diferentes factores

De especial importancia, entre los factores que se han enumerado, es la ausencia de gravedad.

Aunque resulta largo y complejo el enunciado de los efectos que la falta de gravedad realiza sobre los cuerpos, en una pequeña síntesis se podrían destacar:

— Ausencia de fenómenos de separación y sedimentación.
— Ausencia de efectos de deformación en superficies de apoyo.
— Disminución de la convención natural.
— Los cuerpos se hallan sometidos a efectos de levitación natural.

Estas manifestaciones, y aún otras, producen efectos sobre los fluidos ambientales que nos rodean además de las ejercidas en los fluidos corporales o biológicos.

Por esta razón se han practicado ensayos de simulación de movimiento del cuerpo humano en condiciones cercanas a la ausencia de campo gravitatorio.

Uno de los procedimientos consiste en la colocación del cuerpo sobre una placa plana apoyada por un solo punto, con lo que los grados de libertad del movimiento resultan elevados, a pesar de esta única unión. Los resultados aportan una importante información cinemática.

Otra forma de simulación consiste en sumergir el cuerpo en una piscina de grandes dimensiones, de esta forma el efecto gravitatorio se puede ver compensado por el empuje, aunque no puede simularse el movimiento por la existencia de la viscosidad del fluido.

Consecuencias fisiológicas

La forma de comportamiento del hombre se ha visto condicionada por el hábitat, de forma que toda alteración en el medio ambiente que lo rodea produce perturbaciones en su forma de vida. Por lo tanto, resulta de gran importancia que el hombre posea plena conciencia de los cambios que se reflejan en su organismo al alejarse de las condiciones normales de vida.

Las anomalías más representativas debidas a variaciones de propiedades del espacio lejano son: redistribuciones de los fluidos orgánicos, desadaptaciones cardio-vasculares, descalcificación, pérdidas de líquidos y electrolitos, ilusiones sensoriales.

La desaparición de la distribución hidrostática de presiones en el orga-

nismo provoca una nueva distribución de los fluidos orgánicos, especialmente sangre y líquidos de la parte superior el cuerpo, lo cual conlleva dificultades en la respiración, pesadez de cabeza, además de otras manifestaciones, siendo el sistema neuro-sensorial el más afectado, ya que en la casi totalidad de individuos se producen ilusiones de índole sensorial.

En la figura 1, representando en ordenadas "perturbaciones fisiológicas" y en abcisas "tiempo", expresado en semanas, al pasar de un nivel 1 g (nivel normal fisiológico) a 0 g (ingravidez). Se observa claramente que es el sistema nervioso sensorial el que resulta más afectado, mientras que la pérdida de fluidos y calcio, así como la desadaptación cardio-vascular tardan más en experimentar las perturbaciones, aunque su recuperación es también mucho más lenta.

Parte de los individuos pueden padecer el denominado "mal del espacio", que reduce los reflejos, pudiendo peligrar la seguridad, lógicamente, del sistema estudiado.

Los anteriormente mencionados efectos son detectados con una mayor intensidad en los primeros días de la modificación ambiental.

En los casos de largos viajes se producen situaciones de desadaptación cardio-vascular, disminución del volumen sanguineo, desequilibrios bioquímicos por variación en la concentración de electrolitos, dificultades metabólicas, descalcificación ósea, etc.

Todos estos efectos no lesionan en un individuo fisiológicamente sano su integridad vital, aunque sí conducen a un nuevo equilibrio orgánico, con diferentes constantes vitales.

El transitorio que se crea hasta alcanzar el equilibrio es variable en su duración, aproximadamente de un mes y medio.

Por dicha razón se recomienda que inicialmente los vuelos espaciales o las exposiciones del cuerpo al espacio no se prolonguen más allá de esta duración.

Sistemática de estudio

Los problemas presentados, de los que se han citado algunos efectos, se pueden estudiar según unos criterios de tipo general:

— Conocimiento de los mecanismos de regulación nervioso y hormonal. Estos mecanismos controlan el volumen de fluidos orgánicos y pueden prever la respuesta frente a la pérdida de líquidos.

— Sentido del equilibrio. Como consecuencia de la redistribución de fluidos orgánicos, los responsables de la sustentación del equilibrio se ven alterados y, por tanto, debe conocerse alguna referencia específica que indique la verticalidad y el sentido del movimiento.

— Creación o desarrollo de mecanismos de adaptación. El nuevo punto de equilibrio alcanzado se produce para constantes orgánicas diferentes. Se hace necesario prever nuevos sistemas para alcanzar estadios diferentes en condiciones no traumáticas para el organismo, fundamentalmente el caso de modificaciones en la estructura ósea, además de todo lo que se refiere al sistema de soporte mecánico del cuerpo.

Esta sistemática se ha enfocado, exclusivamente, al cuerpo humano aunque resulta obvio que todas las características que afectan a vuelos, condiciones de habitabilidad, etc., han de ser motivo de estudio simultáneo y paralelo.

La estrategia enunciada es susceptible de ser modificada en función de las experiencias que proporcionen las diferentes misiones espaciales. En este sentido, es importante el conocimiento de las actuaciones precedentes, motivadoras del estado final.

Papel de la Biorreología

Desde el punto de vista conceptual, al ser la Biorreología la parte de Mecánica de Fluidos que estudia el flujo, la deformación y la velocidad de deformación, posee un papel fundamental en el estudio de las variaciones de comportamiento debidas a modificaciones inducidas en el ambiente.

De forma general, puede decirse que deberán resolverse dos tipos básicos de problemas:

1. Determinación de las características cinemáticas, dadas las fuerzas que las producen.

2. Determinar, en forma inversa, las fuerzas que ocasionan un movimiento conocido.

La Biofísica aplica los métodos convencionales para llegar a su solución, aunque el problema se complica por la interacción de modificaciones biológicas que varían según los organismos (de composición distinta), ambientes y reaccionabilidad psíquica.

De esta forma se hace necesaria la aplicación de criterios de tipo estadístico al conjunto de propiedades enunciadas sobre el cuerpo humano, así como sobre los instrumentos y conjunto de elementos que determinan el hábitat.

Es necesario, pues, analizar fluido por fluido y condición por condición, las funciones reológicas características, así como su relación con el contenido biomédico que conllevan. Son muchos y diversos los resultados parciales que en este sentido se hallan, y que integrados para una situación concreta proporcionarán la información necesaria, conformando la especialidad de la "Biorreología Espacial". ■

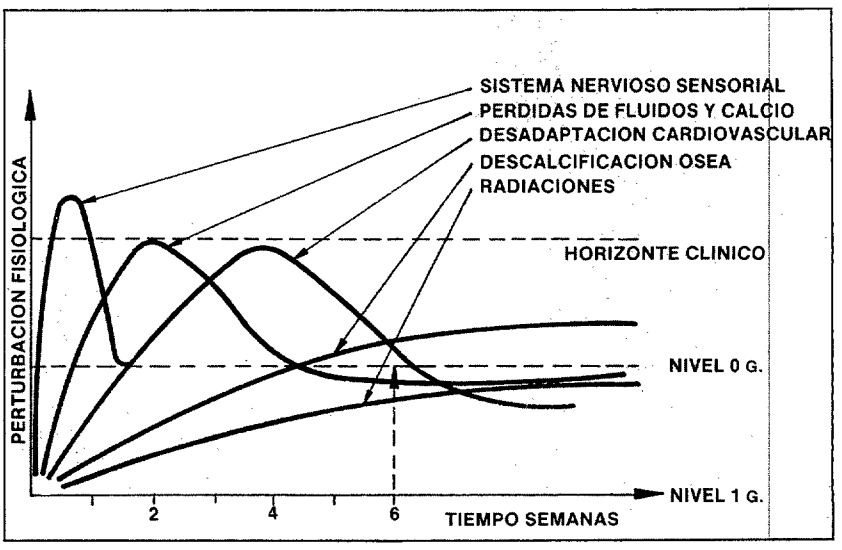


Figura 1

BIBLIOGRAFIA

— M. Barracó, y S. García: *Conferencia de la Sociedad Catalana de Biología (Sección Biofísica)*. Barcelona, 1985.

— A. Nicogossian, y J. F. Parker: *Space Physiology and Medecin*. NASA-1982.

— Sensory motor system. ESA B5 15.

— Espace information, número 26. Le phenomen d'impensateur.

DOSSIER

Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial (I.A.) es una de las ramas con más futuro en las Ciencias de la Computación. Dicho paradigma se nutre de múltiples disciplinas regladas y cubre los aspectos relacionados con el procesamiento simbólico, entre los que sobresalen las Máquinas de Percepción (visión y voz), el procesamiento del Lenguaje Natural y los Sistemas Basados en el Conocimiento. En esta última área de aplicación, se han alcanzado algunas realizaciones con éxito, sobre todo en los Sistemas Expertos para la Defensa, en Medicina y en Finanzas.

Aunque en la comunidad científica internacional el tratamiento simbólico se considera una auténtica revolución tecnológica, el fenómeno de la I.A. no debe de contemplarse sólo en su vertiente técnica. En efecto, en 1982 Japón presentó al mundo su proyecto de la 5.ª Generación de Ordenadores, como palanca mágica para obtener importantes objetivos sociales. Se trata en definitiva de sacar el ordenador de los centros de cálculo y producción, y acercarlo al ciudadano medio, con el fin de hacer su vida más fácil y segura.

Lógicamente a este gran proyecto se unieron inmediatamente los principales países industrializados, formándose la llamada "Carrera de la 5.ª Generación". No obstante, no todos los países destinaron los mismos fondos, ni se plantearon iguales objetivos sociales. EE.UU. lo contempló como un proyecto económico-militar, mediante el cual trata de mantener su poder hegemónico en el mundo comercial y de la defensa. Sin embargo, los expertos creen que los dos principales países (Japón y USA) que participan en el proyecto, en un futuro próximo, se apartarán de sus objetivos primitivos, para enzarzarse en una violenta guerra comercial por la supremacía de la Tecnología de la Información de la cual se espera que en el año 2000, más de la mitad de los trabajadores de dichos países desarrollen trabajos en dicho campo.

Por todo ello es importante que los organismos y las personas que tengan poder de decisión en nuestra nación tomen las medidas necesarias y articulen los planes oportunos para que España esté preparada y pueda participar en este grandioso desafío tecnológico. En este sentido, es necesario fomentar la captación o formación en nuestras F.A.S. de individuos expertos que cubran zonas interdisciplinares en las que la Informática sea la nueva herramienta en el tratamiento de su Información profesional. Afortunadamente ya contamos con algunos "elementos anfibios" que desde el campo de la Defensa, Sanidad e Ingeniería están poniendo en marcha este nuevo concepto del profesional interdisciplinar.

Revista de Aeronáutica y Astronáutica, al publicar este "dossier", pretende dar a sus lectores una panorámica de la situación actual de esta avanzada tecnología, así como de sus fundamentos y principales aplicaciones, especialmente en los campos de la Defensa y de la Aviación.

El conjunto del dossier ha sido dirigido y coordinado por el Teniente José Manuel de la Riva Grandal y lo componen los siguientes artículos:

- *¿Qué es la Inteligencia Artificial? José Manuel de la Riva Grandal, Teniente de Aviación, Isabel Ausín Puertas, Licenciada en Matemáticas.*
- *La quinta generación de Ordenadores. José Manuel de la Riva Grandal, Teniente de Aviación.*
- *Aplicación de la Inteligencia Artificial a la Defensa. José Sánchez Méndez, Coronel de Aviación.*
- *La Inteligencia Artificial y el Avión de Combate. Francisco Javier Illana Salamanca, Comandante Ingeniero Aeronáutico.*
- *Inteligencia Artificial en Medicina: Aplicaciones en Sanidad militar. Julio Mezquita Arroniz, General Médico del Aire, Vicente Navarro Ruiz, Teniente Coronel Médico del Aire, y José María de la Riva Grandal, Teniente de Aviación.* ■

Los autores de este dossier, Teniente Coronel Navarro y el Teniente de la Riva han obtenido el pasado 23 de mayo el Primer Premio de la Sociedad Española de Informática Médica (SEIM) y Rank-Xerox Internacional, dotado con un millón de pesetas.

¿Qué es la Inteligencia Artificial?

JOSE M. DE LA RIVA GRANDAL,
Teniente de Aviación

ISABEL AUSIN PUERTAS,
Licenciada en Matemáticas

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UN CAMPO INTERDISCIPLINARIO

"La inteligencia Artificial tiene la misma relación con la Inteligencia, como las flores artificiales lo tienen con las flores". D. LORGE PARNAS. Prof. Universidad de Victoria y Consultor Principal del Software Cost Redution Project (Naval Research Laboratory). 1986.

LA Inteligencia Artificial (IA) es un campo interdisciplinario (Fig. 1) donde concurren disciplinas tales como la Psicología, la Filosofía, la Linguística, la Electrónica y la Informática. La intersección entre la Psicología y la I.A. da lugar a la Psicología Cognoscitiva y a la Psicolinguística. La Filosofía y la I.A. concurren en la Lógica, Filosofía del lenguaje y Filosofía de la mente. La intersección con la Linguística incluye la Psicolinguística, la Sociolinguística y la Linguística computacional. La concentración mutua con la Electrónica incluye el Procesamiento de imágenes, el Reconocimiento de patrones y la Robótica. Finalmente la Informática y la I.A. inciden en el campo de los Sistemas Adaptativos.

La I.A. puede verse como una rama de las Ciencias de los Computadores que intenta automatizar algunas de las actividades humanas, no numéricas y ejecutadas por el hombre. Hoy día con la tecnología actual, difícilmente podemos lograr esos objetivos, por ello es necesario realizar un esfuerzo de investigación y aplicar los inventos de las Nuevas Tecnologías de la Información a este área de la computación.

LAS NUEVAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION

LAS tecnologías fundamentales son: la integración a muy alta escala, los componentes de alta velocidad, el procesamiento en paralelo y la ingeniería de la programación.

Integración a muy alta escala

Los progresos constantes en la tecnología del silicio están permitiendo duplicar cada año la escala de integración de los componentes de los ordenadores, en especial memorias y procesadores.

Los circuitos integrados de las memorias de acceso aleatorio RAM (Random Acces Memory) tienen actualmente una capacidad de 64 KB integrada en un solo bloque semiconductor de silicio (Chip), pero ya existe en el mercado chip de 256 KB de capacidad e incluso en los laboratorios de experimentación se han alcanzado chip de 1 MB.

Sin embargo, por lo que respecta a los chip de procesadores, existen dificultades para aplicar la técnica de integración a muy alta escala. Una aportación importante que mejora la estructura de los circuitos en la integración a muy alta escala es la Matriz Sistólica desarrollada por la Universidad Carnegi-Mellon (USAS). Consiste en una estructura en que los circuitos están dispuestos regularmente de un modo hexagonal, logrando de éste modo cálculos del producto de matrices.

Los componentes de alta velocidad

Junto con la capacidad de la memoria principal, el otro gran parámetro que evalúa la potencia de un ordenador es su capacidad de proceso, que obviamente va ligado a la velocidad de sus componentes electrónicos.

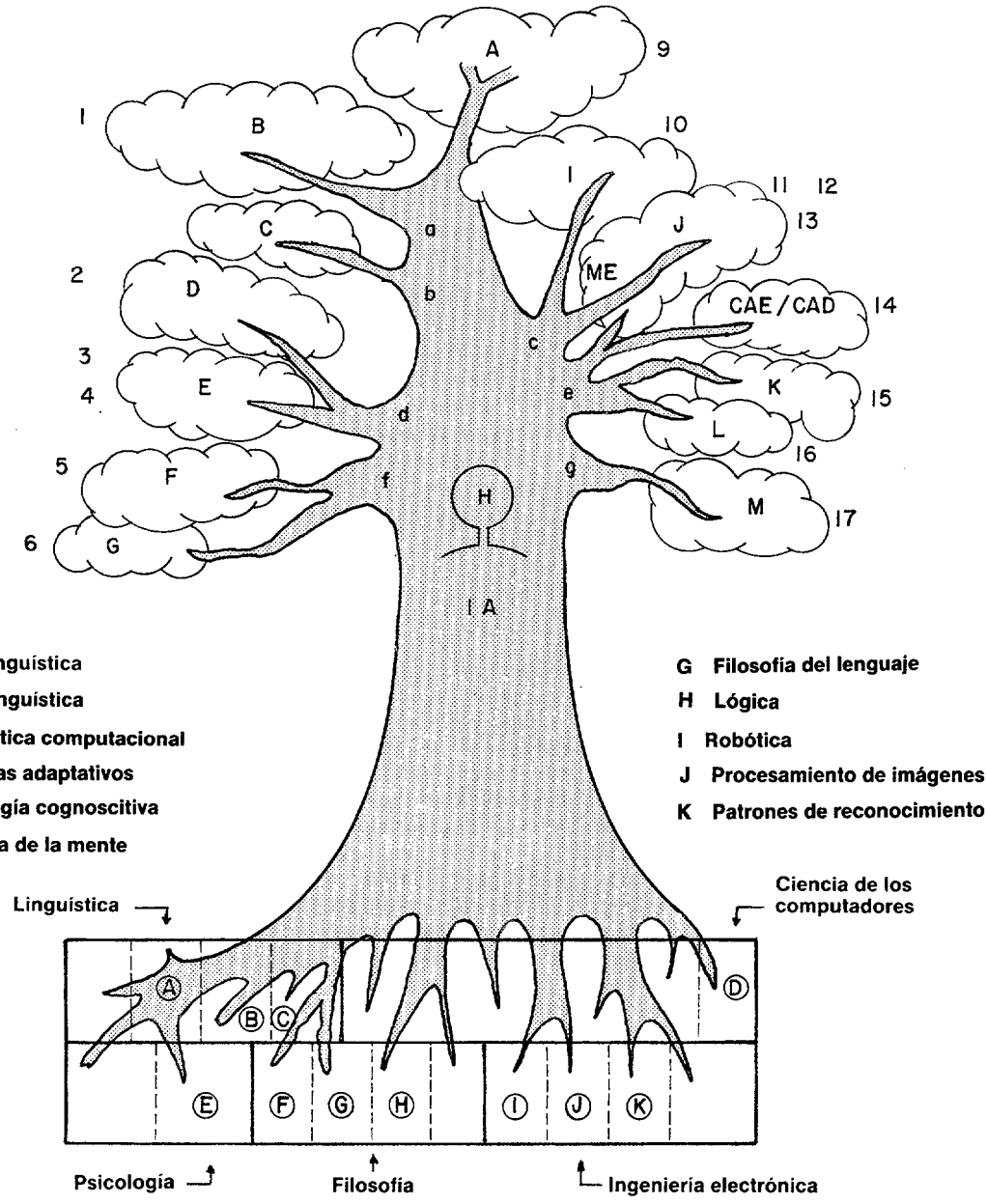
Se esperan adelantos efectivos de 10 a 100 veces en la velocidad de los procesadores, incorporando nuevos elementos, entre los cuales se incluyen, los dispositivos de Josephson, el HEMT (High electron mobility transistor: transistor de movilidad electrónica elevada) y los FET de arseniuro de galio (Fild effect transistor: transistor de efecto de campo).

Los dispositivos de Josephson utilizan el mencionado efecto Josephson en los semiconductores y proporcionan unas velocidades de operación elevadísimas, pero a temperaturas de -269 grados centígrados.

El HEMT es un componente de arseniuro de aluminio-galio y arseniuro de galio de altísima velocidad a temperatura de -195 grados centígrados. A esta temperatura es diez veces más rápido que el FET de arseniuro de galio, aunque sólo duplica su velocidad a la temperatura ambiente.

Finalmente, el FET de arseniuro de galio, actúa a temperatura ambiente, pero solamente dobla la velocidad que se alcanza actualmente con la tecnología del silicio.

Figura 1



(1) mejoramiento de la productividad en campos de bajo rendimiento: servicios públicos, oficinas, gobierno y comercio; (2) desarrollo de las industrias de base de datos (adquisición de fuerza de venta); (3) eliminación de las diferencias internacionales; (4) acumulación de conocimientos especializados; (5) aumento del rendimiento intelectual en las actividades de investigación; (6) creación de mercancías; (7) ordenadores domésticos; (8) ordenadores de pasatiempos; (9) toma de decisiones en los negocios y perfeccionamiento de la política gubernamental; (10) desarrollo de la industria relacionada con los conocimientos; (11) reducción de los costes del tratamiento médico y mejoramiento sanitario; (12) crecimiento de los seguros de enfermedad; (13) solución del problema del envejecimiento demográfico; (14) fomento de la competencia internacional de la ingeniería; (15) estímulo de la producción de las industrias manufacturadas y conservación de la energía y las materias primas; (16) diversificación y difusión de los ordenadores; (17) aumento de la productividad de la industria electrónica; (18) incremento notable de la producción en la industria de sofware.

(A) sistemas de apoyo de las decisiones; (B) avances en la automoción de las oficinas; (C) máquina de escribir manejada con la voz; (D) compilación automática de bases de datos; (E) traducción automática; (F) ordenadores suprapersonales; (G) ordenadores de utilización en las instrucciones individualizadas; (H) máquina del japonés; (I) varias clases de sistemas expertos; (J) sistema de consulta de cuidados médicos (ME); (K) robot CAM; (L) CAD de integración a muy gran escala; (M) generación del programa automático; (N) inferencia; (O) base de conocimiento.

(a) outpout de información cualitativa y analógica; (b) reconocimiento de la voz (c) reconocimiento fotográfico (d) proceso del lenguaje natural (e) proceso fotográfico (f) interface inteligente (g) programación inteligente (h) GaAs de Josephson (i) integración a muy gran escala (silicio) (j) fibras ópticas.

Tecnología del proceso en paralelo

Aunque se han hecho grandes progresos en la velocidad de los componentes electrónicos, está claro que el aumento de la potencia de los ordenadores por el camino de la tecnología tropezará con una limitación seria: la velocidad de la luz. En efecto, la velocidad de propagación de los impulsos eléctricos en los conductores está limitada según la teoría de la relatividad a 300.000 Km/sg.

Para evitar esta grave limitación tecnológica, se intentó modificar la organización lógica de las máquinas buscando encontrar una arquitectura que permitiera ejecutar en paralelo varias operaciones elementales. Fruto de estos trabajos fueron la tecnología del Procesador en Matriz y la arquitectura de proceso en paralelo de Conducción (Pipeline).

La tecnología de procesadores en matriz consiste en colocar un número elevado de procesadores elementales distribuidos formando una matriz, de modo que una sola instrucción se transmite a un gran número de datos, estos son procesados simultáneamente, efectuándose el mismo cálculo por todos los procesadores elementales que constituyen el procesador matricial.

En la arquitectura Pipeline el flujo de información sufre un tratamiento, atravesando una serie de secciones encargadas cada una de efectuar una parte de dicho tratamiento, el conjunto de ellos se ordena secuencialmente en línea. En esta arquitectura cada procesador ejecuta en un instante dado una operación distinta a diferencia del procesador matricial en que todos los procesadores ejecutan la misma operación en el mismo tiempo.

Entre las ventajas adicionales que ofrecen los sistemas multiprocesadores en pararelo está, el que son insensibles a los pequeños errores de programación, característica muy importante si los ordenadores tienen que desempeñar tareas importantes en tiempo real (aplicaciones militares, metereología, energía nuclear, tecnología espacial, aplicaciones geológicas).

Independientes con el fin de reducir la capacidad del programa, y por lo tanto ganar en fiabilidad. Los tipos abstractos de datos es un módulo que define un tipo de datos junto con las operaciones de cómo utilizarlos. La ocultación de los datos es consecuencia de la idea de abstracción: sólo es visible el dato necesario para el programa; los demás datos quedan escondidos. La interfaz con el exterior se realiza a través de las especificaciones del tipo abstracto en el que se describe como es el tipo pero no cómo está implementado, lo que garantiza una alto nivel de fiabilidad y modificación de los programas que lo utilizan.

El concepto de acceso orientado al objeto es un nuevo paso en el camino de la abstracción. Los datos y los procedimientos se tratan como un todo y todas las operaciones se expresan en términos de mensajes entre objetos. En la programación tradicional un programa consiste en procedimientos y datos separados. Los datos son manipulados por los procedimientos, mientras que en la programación orientada al objeto los procedimientos son parte de las declaraciones de un objeto.

Fruto de estos esfuerzos teóricos han sido el lenguaje ADA y el sistema operativo UNIX. El lenguaje ADA aunque no está específicamente diseñado para la programación orientada al objeto, hace que resulte más fácil. Sin embargo, otros lenguajes relacionados con la Inteligencia Artificial como LISP, si incluyen facilidades para la programación orientada al objeto.

Finalmente no conviene olvidar en esta revolución de la ingeniería del software los lenguajes para el procesamiento en paralelo, como el PROLOG sin los cuales cualquier avance en arquitectura de las máquinas sería infructuoso.

AREAS DE INVESTIGACION EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

"Son todos los procesos de toma de decisiones, de los que es capaz el hombre, reducibles a una serie de reglas? J. WEIZENBAUM, 1965.

LOS principales esfuerzos en la investigación en I.A., están concentrados en el Procesamiento de Lenguaje Natural, Visión por computador, Aprendizaje, Demostración de Teoremas, Programación Lógica, Búsqueda, Resolución de problemas y Planteamiento, Sistemas expertos, Representación del conocimiento, y otras áreas tales como Programación automática, Herramientas para el desarrollo de la I.A., Enseñanza inteligente asistida por ordenador, Reconocimiento de voz y Juegos. (Fig. 2).

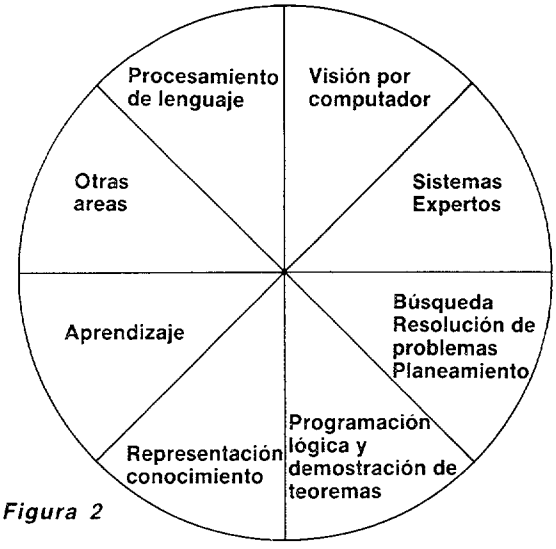
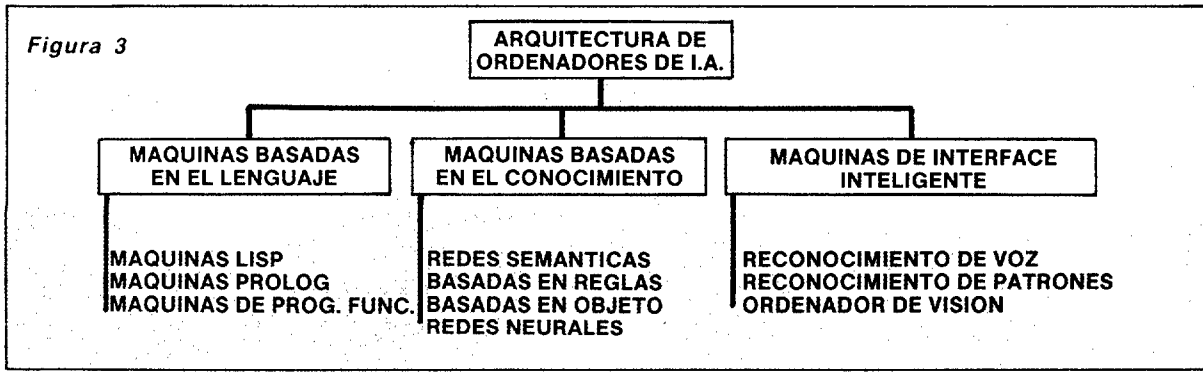


Figura 2

Procesamiento de Lenguaje Natural

El procesamiento del Lenguaje Natural ha sido una de las principales áreas de investigación desde los comienzos de la I.A. Los proyectos de máquinas de traducción de lenguajes dominaron por aquellos días toda la investigación en lenguaje natural, pero fracasaron, porque no se tuvo en cuenta que para entender el lenguaje natural no basta con analizar gramaticalmente las frases (Análisis Morfológico y Sintáctico), sino además deben realizarse inferencias sobre el significado de la frase, el contexto en que ha sido enunciada y con los sobreentendidos implicados.



El procesamiento de Lenguaje Natural involucra tres niveles de interpretación: Nivel Sintáctico, Nivel Semántico y Nivel Pragmático.

La sintaxis, se encarga del estudio funcional de la palabra en el entorno de la frase o sentencia. La Semántica estudia el significado de las palabras tanto a nivel individual como en el entorno de la frase. La Pragmática intenta relacionar sentencias individuales con otras alrededor del contexto. Los límites de separación entre estos tres niveles no son precisos incluso las frases no necesariamente tienen que pasar de un modo secuencial por dichos niveles.

Otro parámetro importante es el tamaño del discurso, que es muy importante para el buen funcionamiento de los sistemas de procesamiento de Lenguaje Natural. Si el dominio del discurso es restringido, la información sobre los nombres y verbos que aparecen pueden relacionarse en forma de diccionario o en un programa. Pero si el dominio se amplia aparecen una gran cantidad de palabras y posibilidades contextuales. El conocimiento genérico necesario, así como las reglas de inferencia que deben utilizarse para enteder el lenguaje aumentan y es difícil saber cual de estas reglas es la que debe ser aplicada. La investigación del procesamiento en Lenguajes Natural ha llevado a métodos de representación del conocimiento y a lenguajes de alto nivel, útiles para este propósito.

Visión por ordenador

A finales de los años 60, se iniciaron varios intentos en diversas instituciones para diseñar un robot inteligente dotado de ojos, manos y cuasi-cerebro. De hecho se llegaron a realizar algunos robots que podían reconocer una escena sin complicaciones y dentro de ella mover objetos. El resultado de estos estudios enseñó que no podían mejorarse las habilidades de los robots si no se investigaba más dentro del campo del proceso de la información visual (Visión), del control de las manos y de la resolución de problemas paso a asociarse con la investigación de resolución de teoremas y la visión se convirtió en un campo de investigación independiente.

El objeto inicial de la investigación sobre visión robótica era la capacidad de reconocer poliedros simples, pero incluso se demostró que ello estaba lleno de dificultades ya que no era suficiente con analizar las variaciones de brillo de la imagen. Las ambiguedades que la imagen presenta sólo pueden resolverse utilizando las características poliedrales conocidas del objeto. Se descubrió que escenas complicadas podían ser reconocidas por computador, si al mismo se le suministraban "a priori" datos del objeto a reconocer, de forma que el ordenador pudiera utilizarlos posteriormente en técnicas de comparación.

De todos modos, no se han encontrado técnicas que puedan aplicarse a un gran número de objetos y actualmente se está trabajando el algoritmos que puedan resolverlo.

Sistemas Expertos

Los Sistemas Expertos son programas de computador cuyo comportamiento duplica en algunos casos las habilidades de los expertos humanos en su área de experiencia. Existen muchos ejemplos de dichos programas: el DENDRAL, que ejecuta análisis automáticos de espectrografía química, el MYCIN que diagnostica y emite tratamientos de enfermedades infecciosas de la sangre, el INTERNIST, que realiza diagnósticos en Medicina Interna, y el PROSPECTOR, que asiste en las exploraciones geológicas y que recientemente descubrió el yacimiento de Molibdeno valorado en varios cientos de millones de dólares.

Aunque estos programas utilizan muy diversos esquemas de representación del conocimiento, la realidad es que la mayoría de ellos están implementados bajo Sistemas de Producción, que son un conjunto ordenado de reglas del tipo SI-ENTONCES o bien Condición-Acción. Esta idea de escribir procedimientos mediante una secuencia de reglas de producción, fue propuesta por primera vez por el matemático Post.

Los sistemas de producción tienen tres componentes fundamentales: La Base de Conocimientos, consistente en un conjunto de reglas de producción; la Base de Datos o Hechos, que representa el estado del problema en cada momento; y la Estructura de Control (también llamada Intérprete o Motor de Inferencias) que decide que regla de producción hay que aplicar en cada momento. El estado actual de una solución se representa mediante el conjunto de hechos que contienela Base de Datos. La solución progresa mediante la búsqueda de correspondencia entre una parte de la regla de producción (puede ser la parte izquierda o la derecha) y la Base de Datos. En el caso de que en un momento dado existan varias reglas de producción con posibilidad de ejecución, es el Motor de Inferencia el encargado de decidir cual es la regla de producción que se debe procesar.

Hoy día se considera que las reglas de producción son el mejor método conocido para representar el cono-

cimiento específico en los Sistemas Expertos. Quizás, el valor más grande de los Sistemas Expertos es su habilidad para producir I.A. útil y no una frivolidad académica sin gran impacto social.

Representación del Conocimiento

Para que un sistema pueda funcionar inteligentemente debe contener el conocimiento del experto. Este conocimiento incluye hechos y reglas para manipular esos hechos.

El problema principal de la ingeniería del conocimiento estriba en la representación del saber de los especialistas, en los métodos de selección y aplicación del saber aplicados a un problema y en los métodos de adquisición de este saber.

A lo largo del tiempo han ido surgiendo diferentes esquemas de representación del conocimiento. Uno de los primeros sistemas de representación del conocimiento fue las Redes Semánticas, que se basan en la antigua idea de que la memoria se compone de asociaciones entre conceptos. La unidad básica funcional de una red semántica es una estructura que se compone de dos puntos o nodos, enlazados por un arco. Cada nodo representa algún concepto o hecho y el arco representa una relación entre los conceptos. La popularidad inicial de las redes semánticas surgió de poder formar jerarquías de conceptos y de este modo hacer posible distribuir a través de la red hechos generales.

Otras de las principales escuelas de representación del conocimiento es debida a Minsky. Este investigador ideó un sistema para organizar las propiedades de un objeto o suceso mediante Marcos. Estos agrupan situaciones estereotipadas que pueden ser usadas para ayudar a reconocer y razonar sobre tales situaciones. La ventaja del sistema de marcos reside en el hecho de que aquellos elementos que se presentan convenientemente en la descripción de un objeto o de un suceso, se agrupan de modo que se puedan procesar o accederse a ellos como una unidad. Los marcos son fáciles de implementar utilizando la Estructura de lista que ofrece el lenguaje LISP.

De todo ello concluimos que la representación el conocimiento es un componente fundamental en los sistemas de I.A. y por tanto el tipo de esquema de representación del conocimiento que se va a utilizar en la implementación de una aplicación en I.A., exige un cuidadoso estudio.

Programación lógica y Demostración teoremas

En el siglo XIX se descubrió que la Lógica Formal podría ser mejor estudiada usando métodos y notaciones matemáticas y esto condujo a la lógica moderna. La programación lógica usa como lenguaje de programación básico a la lógica matemática o simbólica. Usada como un lenguaje de programación, la lógica soporta declaraciones en un estilo de programación no procedural, es decir no permite indicar al ordenador que sabemos acerca del problema que queremos resolver. Los sistemas de programación lógica toman el conocimiento y usan lógicamente las reglas de inferencia para encontrar la respuesta. De este modo pasamos de la definición del problema a su solución saltando el paso de programar una solución en un lenguaje de programación convencional. Esto hace que los sistemas de programación lógica promuevan herramientas para la rápida fabricación de prototipos y la verificación de diseños. En efecto permiten tomar los resultados de Análisis de Sistemas, expresarlos de forma legible para la máquina y ejecutarlos directamente como un programa.

El Prolog es el primer lenguaje de programación lógica. Un programa en Prolog toma como entrada las especificaciones de los usuarios en forma de preguntas para ser respondidas, y devuelve sucesivas respuestas hasta que el usuario para la salida o hasta que da con la solución.

La búsqueda de métodos para demostar teoremas matemáticos utilizando computadores comenzó en los años 50. Se obtuvieron algunos éxitos construyendo sistemas capaces de realizar demostraciones de teoremas de geometría elemental y álgebra.

La demostración de teoremas consiste en hacer deduciones lógicas a partir de un conjunto de axiomas no contradictorios, especificados mediante el Cálculo de Predicados (Lógica de Primer Orden). Es decir, implica combinar axiomas y reglas de inferencia de una manera apropiada para llegar a una conclusión.

Muchos problemas solucionados en algunas aplicaciones de la I.A. se plantean con la resolución de un teorema, de manera que hallar una solución al problema queda reducido a encontrar una demostración del teorema. La investigación en este campo ha tenido gran influencia en otros, debido a que comporta un análisis profundo de cómo se realizan las inferencias.

Búsqueda, Resolución de problemas y Planteamiento

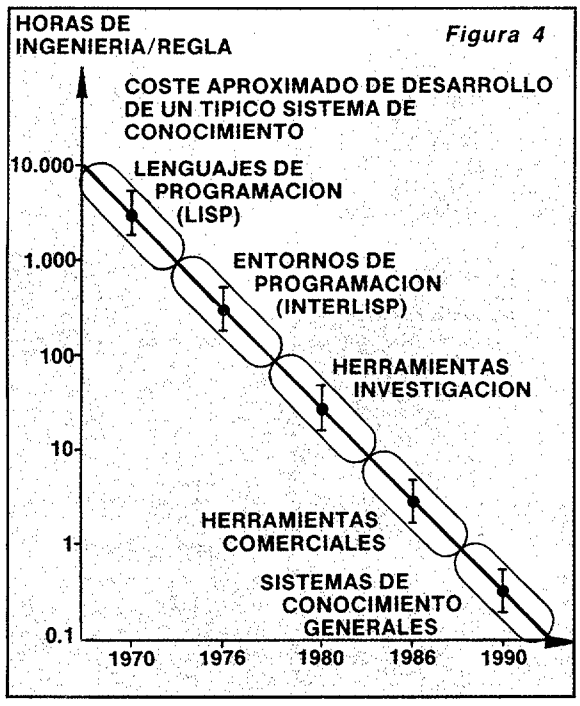
Se entiende por Resolución de Problemas la habilidad del ordenador para resolver automáticamente problemas no triviales.

Las características esenciales de un resolvedor de problemas son:

1) Determinar los atributos estáticos de la escena o entorno.
2) Descubrir las acciones relevantes (los operadores) que puedan alterar el estado.

El proceso de resolución de un problema comienza con la transformación automática, desde el estado inicial hacia alguno de los estados objetivos deseados, mediante la aplicación de una secuencia de operadores. Se aplican todos los operadores relevantes al estado inicial generando un conjunto de estados sucesores, los cuales son utilizados para generar el nivel siguiente de estados sucesores, y así se continua hasta que se forme el árbol de búsqueda. La búsqueda terminara cuando se alcance un estado objetivo. El camino desde el estado inicial al estado objetivo contiene los operadores que constituyen un Plan con el que se resolverá el problema.

Una aproximación alternativa a la técnica del "espacio de estados" es el problema de la Reducción de la Búsqueda. Cuando estamos ante un problema complejo, este se divide en problemas más simples (generando su árbol de búsqueda completo) hasta un nivel de resolución trivial de los problemas. El primer ejemplo de utilización de tales técnicas fue el Resolvedor General de Problemas (GPS).



CUADRO I LENGUAJES PRIMITIVOS DE I.A.

— IPL-II:	Fue el primer lenguaje de estructura en lista aplicado a la I.A.
— SAIL:	Deriva del ALGOL. Soportaba memoria asociativa. Fue diseñado en el laboratorio de I.A. de la Universidad de Standford para sistemas de visión y reconocimiento de voz.
— CONNIVER:	Derivada del PLANNER. Proporcionaba a los programadores un control más flexible.
— KRL:	Lenguaje basado en marcos, que hace uso de agendas.

LENGUAJES EMPLEADOS EN ROBOTICA

— BASIC-IA:	Versión mejorada del BASIC orientado a funciones robóticas.
— RAIL:	Diseñado para aplicaciones de visión.
— AI:	Diseñado para procesar y almacenar el trazado de los movimientos y posiciones espaciales de un robot.
— VAL:	Diseñado para aplicaciones en robótica industrial.
— AML:	Es un lenguaje de programación interactivo de alto nivel. Diseñado para aplicaciones en ingeniería.

Aprendizaje

Sorprendentemente, hasta épocas recientes, el aprendizaje no ha sido un tema principal de investigación en I.A. Muchos investigadores en I.A. creyeron necesario concentrarse en un principio en como hacer un programa que hiciera alguna cosa antes de plantearse como podían aprender a hacerlo.

Boden ha observado que los tipos de aprendizaje se podían clasificar de muchos modos diferentes: Aprender mediante ejemplos, aprendizaje mediante explicación y aprender en la práctica. Todos ellos suponen respectivamente: describir nuevos modelos, analizar hechos y adquirir nuevas habilidades.

Uno de los primeros programas de aprendizaje, fue el realizado por A.L. Samuel (1960) para jugar a las damas. El proceso de aprendizaje estaba diseñado para que simulase los procesos de evolución y selección natural. Una versión del programa se enfrentaba a otra versión en la cual el sistema de puntuación para evaluar la fuerza de una posición había sido ligeramente modificada. La versión ganadora se conservaba como base para construir nuevas variantes.

Recientemente D.B. Lenat ha desarrollado el programa Automated Mathematics (A.M.), que es capaz de formular conceptos nuevos y teoremas matemáticos a partir de unos 100 conjuntos elementales de teoría de conjuntos.

Concluímos que, el Aprendizaje es otra de las bases que sustentan las investigaciones en I.A. y se espera juege en el futuro un papel importante en los campos de la Robótica y los Sistemas Adaptativos.

Otras áreas

Hay otras áreas que a menudo se incluyen dentro de la investigación en I.A. como son: Robótica, Herramientas de Desarrollo de I.A., Reconocimiento de voz, Educación Inteligente asistida por ordenador, Procesamiento de imágenes, Reconocimiento de patrones y Programación automática.

La robótica es un área que a veces se identifica con la I.A, pero muchas actividades investigadoras en robótica no se basan en técnicas de I.A. Sin embargo, algunos trabajos en visión por computador se están infiltrando de nuevo en la robótica y su incorporación será más decisiva, cuando se necesiten cadenas de producción con robots más flexibles.

Las aplicaciones de la I.A. en la educación tiene dos vertientes. La primera, es un intento de conducir las técnicas de I.A. (especialmente la resolución de problemas, la representación del conocimiento y el procesamiento de lenguaje natural) a producir sistemas inteligentes de enseñanza que puedan funcionar con más sutileza y conocimiento que los tradicionales sistemas de instrucción asistida mediante ordenador. Sin embargo esta aplicación de I.A. necesitará de un significativo avance para lograr su solución. La segunda vertiente de aplicación de la I.A. en educación consiste en implicar a los estudiantes en la exploración de un entorno de modo que ellos pueden aprender de sus propias iniciativas.

Otro de los principales esfuerzos de investigación en I.A. ha sido en las Herramientas de Desarrollo de I.A. Se comenzó muy preliminarmente con la invención del LISP como lenguaje de programación. Posteriormente, se continuó con el desarrollo de máquinas LISP y otras (Fig. 3), así como entornos de programación SMALLTALK-80 e INTERLISP-D entre otros (Fig. 4).

También se incluyen en I.A. otras áreas tales como la Programación Automática (en la que se trata, que el ordenador se programe a si mismo), el Reconocimiento de patrones (que tratan de formular patrones significativos dados los datos) y el procesamiento de imágenes.

CUADRO II CRONOLOGIA DE LOS PRINCIPALES EVENTOS EN I.A.

1950.— Alan Turing publica Computing Machineary and Intelligence. En este artículo propone su famoso test para determinar si una máquina posee I.A.

1956.— Se celebra la Conferencia de Verano de Dartmouth sobre I.A., organizada por Mc Carthy, Minsky, Rochester y Shannon.

1955.— John Mc Carthy del MIT diseña el lenguaje LISP.

1957.— A. Newell, Shaw, y H. Simons desarrollan el Solucionador General de Problemas.

1960.— Bajo la dirección de J. Mc Carthy y M. Minsky, del MIT, se empieza a investigar en I.A., en dicho instituto.

1963.— Se publica Computers and Thought, de E. Feigenbaun y J. Feldman.

1965.— Dentro del proyecto de Programación Heurística de la Universidad de Stanford, se empieza a investigar sobre sistemas expertos. El investigador principal es E. Feigenbaum.

1965.— Comienzan los trabajos del primer sistema experto. DENDRAL, el cual analiza la información de los componentes químicos y determina su estructura química.

1966—72.— SRI Internacional construye un robot móvil. SHAKET.

1968.— Se publica Semantic Information Processing de M. Minsky.

1970.— M. Minsky y S. Papert dirigen conjuntamente el laboratorio de I.A. del MIT. Trabajan en sistemas expertos, robótica, visión, aprendizaje, razonamiento, lenguaje natural y arquitectura de ordenadores.

1970.— J. Myers y H. Pople de la Universidad de Pittsburgh comienzan a trabajar en INTERNIST, un sistema experto que ayuda a los médicos en el diagnóstico de medicina interna.

1970.— Se diseña el lenguaje de programación lógica PROLOG por A. Comeraruer.

1970.— T. Winograd escribe su tesis SHRDLU sobre procesamiento del lenguaje natural.

1971.— N. Nilsson y R. Fikes finalizan sus trabajos sobre STRIPS, un sistema experto, que usando planos y secuencia de operadores alcanzan objetivos.

1971.— Comienza a utilizarse MACSYMA. Se trata de un sistema experto que ejecuta cálculos diferenciales e integrales, y simplifica expresiones simbólicas. Las entradas y salidas son símbolos y sus programas están basados en ingeniería del conocimiento.

1970—75.— E. Shortliffe desarrolla MYCIN dentro de SUMEX-AIM. MYCIN es un sistema experto codificado en reglas de producción, que hace recomendaciones para el tratamiento de la meningitis y de otras infecciones por bacterias en la sangre.

1971—76.— La agencia militar DARPA patrocina la investigación sobre reconocimiento de voz, fruto de estas investigaciones fueron SPEECHLIS, HWIM, HEARSAY-I, HEARSAY-II, DRAGON y HARPY.

1975.— Darpa comienza a patrocinar la investigación en las máquinas de visión a través de Image Understanding Program. El sistema de interpretación ACRONYM fue desarrollado bajo el citado programa.

1975.— R.C. Schank y R. Abelson, de la universidad de Yale, publican un artículo describiendo el SAM (Script Applier Mechanism), un programa de procesamiento del lenguaje natural que utiliza como sistema de representación los Scripts (escenas).

1976.— R. Davis publica su Tesis Doctoral en la universidad de Stanford sobre TEIRESIAS, un sistema que utiliza Metaniveles de conocimiento para introducir y poner al día la base de conocimientos utilizada en los sistemas expertos.

1977.— Programadores del Instituto for Computer Coordination de Budapest (Hungría) desarrollan el primer sistema experto bajo PROLOG.

1978.— R.O. Duda de Stanford Research Institute International, publican un artículo sobre el PROSPECTOR, un sistema experto que ayuda en el análisis de la información relativa a las exploraciones geológicas.

1980.— Se desarrolla XCON, el primer sistema experto que funciona con éxito en el mundo comercial. El prototipo inicial se diseño por un equipo de la universidad Carnegie-Mellon, dirigido por J. McDermott.

1981.— Aparece el primer volumen (de una serie de tres) de The Handbook of Artificial Intelligence, escrito por A. Barr y E.A. Feigenbaum.

1981.— Japón anuncia Fifth-Generation Computer Systems Project.

1982.— Se crea en Tokio el Institute for New Generation Computing Technology (ICOT).

1982.— Como respuesta al programa japonés, se funda en los EE.UU. The Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC).

1982.— Comienza en el Reino Unido el Alvey Program of Advanced Information Technology, para el desarrollar investigación en los ordenadores de la quinta generación.

1983.— La Comunidad Económica Europea (CEE), lanza el programa ESPRIT para poder competir en el campo de las Tecnologías de la Información y por lo tanto en la quinta generación de ordenadores.

1983.— La MCC sitúa su cuartel general en Austin (Tejas).

1983.— Se crea en la Universidad de Strathclyde de Edimburgo, el Turing Institute, para investigar e impartir docencia en materias relacionadas con las máquinas inteligentes.

1984.— Se celebra en Tokio, la Conferencia Internacional de los Ordenadores de la Quinta Generación.

CONCLUSION

HEMOS visto como la Inteligencia Artificial no tiene una definición precisa, pues en realidad actualmente consiste en un conjunto de técnicas en constante evolución y que se nutren de aportaciones provenientes de campos muy diversos. Sus orígenes, se pueden considerar lejanos (1950), pero sólo hasta épocas muy reciente, cuando se ha dispuesto de la tecnología precisa, han empezado ha aparecer realizaciones prácticas que nos dan cierta esperanza para encarar el futuro. ■

BIBLIOGRAFIA

1.— Feigembraum, E., Feldman J. **"Computer and Thought"**, McGraw-Hill, 1983.
2.— Minsky M. **"Semantic Information Processing"** MIT Press. 1968.
3.— Nilsson N.J. **"Problem Solving Methods in Artificial Intelligence"** McGraw-Hill, 1971.
4.— Winston P.H., **"the Psychology of Computer Vision"**. McGraw-Hill, 1975.
5.— Winston P.H., **"Artificial Intelligence"** Addinson-Wesley, 1977.

La quinta generación de ordenadores

JOSE M. DE LA RIVA GRANDAL,
Teniente de Aviación, Ingeniero S. Telecomunicación,
Profesor de la Facultad de Informática U.P.M.

EL OCASO DE LA ARQUITECTURA VON NEUMAN

"La herejía del pasado se ha convertido en la ortodoxia del presente". N.R. HANSON, 1962.

HACE cuarenta años Mauchy y Eckert construyeron en la Universidad de Pensilvania el primer ordenador electrónico, el ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer: Integrador y Ordenador Electrónico Numérico), destinado a cálculos balísticos. Desde entonces hasta ahora se han sucedido cuatro generaciones de ordenadores (Cuadro I), pero los conceptos estructurales no han cambiado.

En efecto, todos ellos en mayor o menor medida mantienen la arquitectura Von Neuman (Cuadro II), es decir, el ordenador funciona de manera secuencial conforme a lo especificado en el programa previamente almacenado en memoria. Esta arquitectura, en su día fue una brillante idea, que resolvió entre otros el problema de la baja fiabilidad de los componentes electrónicos del ordenador, actualmente es un factor fuertemente limitante para la expansión del ordenador hacia el área del procesamiento simbólico. Son ordenadores orientados al cálculo (Científico y Militar), pero poco eficientes cuando se trata de procesar materias tales como reconocer estructuras o traducir textos, ya que el procesador únicamente dispone de un reducidísimo juego de operaciones lógicas (AND, OR), totalmente insuficiente para trabajar en I.A.

Otra de las limitaciones de los ordenadores actuales es la deficiente comunicación hombre/máquina. El interface entrada/salida son antinaturales y artificiosas, pues se realizan a través de teclados, pantalla, plotters, impresoras, etc., periféricos, ineficaces para abordar con éxito las aplicaciones de I.A.

Finalmente, como consecuencia de esta arquitectura tan rígida, la evolución de los ordenadores se basó en la flexibilidad que proporcionaba la programación, pero se abusó tanto de esta solución, que proliferaron extraordinariamente lenguajes de programación y demás herramientas de desarrollo, conduciendo a un fracaso de las actuales técnicas de programación.

Por estas y otras razones, que veremos más adelante, los japoneses decidieron lanzar su programa de la quinta generación de ordenadores.

CUADRO I

LAS CINCO GENERACIONES DE ORDENADORES Y LAS TECNOLOGIAS DE LAS TELECOMUNICACIONES (1946-1995)

GENERACIONES	*PRIMERA 1946 - 56*	*SEGUNDA 1957 - 63*	*TERCERA 1964 - 81*	*CUARTA 1982 - 89*	*QUINTA 1990 -*
ALGUNOS ORDENADORES	• ENIAC • EDVAC • UNIVAC • IBM 650	• NCR 511 • IBM 7094 • CDC 6600	• IBM 360 - 370 • PDP - M • HONEY - WELL 200 • CRAY 1 • ILLIAC - 14 • CYBER - 205	• CRAY XMP • IBM 308 • AMDAHL 580	• DESARROLLO EXTENSIVO DE LOS SISTEMAS DISTRIBUIDOS • FUSION DE LAS TELECOMUNICACIONES Y LAS TECNOLOGIAS DE COMPUTACION MODULARIDAD EXTENSIVA
TECNOLOGIA TELECOMUNICACIONES	• TELEFONO • TELETIPO	• TRANSMISION DIGITAL • MODULACION DE IMPULSOS • CODIFICADOS	• SATELITES DE COMUNICACIONES • MICROONDAS • REDES COMUNICACIONES • FIBRA OPTICA • CONMUTACION DE PAQUETES	• RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS	
HARDWARE	• VALVULAS ELECTRONICAS • TAMBORES MAGNETICOS TUBO DE RAYOS CATODICOS	• TRANSISTORES • MEMORIAS DE NUCLEO MAGNETICO	• CIRCUITOS INTEGRADOS, MEMORIA DE SEMICONDUCTORES, DISCO MAGNETICO, MINICOMPUTADORES • MICROPROCESADORES	• SISTEMAS DISTRIBUIDOS • VLSI • MEMORIAS DE BURBUJAS • DISCO OPTICO • MICROCOMPUTADO	• TECNOLOGIA DE UNION JOSEPHSON • TECNICOS DE INTERCONEXION Y COMPORTAMIENTO AVANZADO • INTEGRACION EN ULTRA ALTA ESCALA • ARQUITECTURAS PARALELAS • TECNOLOGIA DE ARSENIUN DE GOLO • COMPONENTES OPTICOS
SOFTWARE	• PROGRAMA CODIFICADO • MAQUINAS CODIFICADAS • AUTOCODIGO	• LENGUAJES DE ALTO NIVEL • COBOL • ALGOL • FORTRAN	• LENGUAJE DE MUY ALTO NIVEL • PASCAL • PROGRAMACION ESTRUCTURADA • TIEMPO COMPARTIDO	• ADA • SISTEMAS EXPERTOS • LENGUAJES • ORIENTADOS AL OBJETO	• LENGUAJE CONCURRENTE • PROGRAMACION FUNCIONAL • PROCESAMIENTO SIMBOLICO

EL DESAFIO JAPONES: EL PROYECTO DE LA QUINTA GENERACION DE ORDENADORES

"No pensemos que estamos reduciendo al hombre a la categoría de máquina. Admitamos más bien que estamos elevando a las máquinas al nivel del hombre". A. ARBID, 1964.

Génesis del proyecto

Los estudios iniciales fueron coordinados en un principio por el Centro para el Desarrollo del Proceso de la Información del Japón (JIPDEC). Posteriormente el Ministerio de Industria y Comercio Internacional (MITI), creó un Comité de Investigación, presidido por el profesor Tohru Moto-Oka de la Universidad de Tokio, para enfocar la situación informática actual desde tres puntos de vista colaterales, que implicó la fundación de tres secciones. La primera sección la encabezaba Majine Karatsu, gerente general de Matsushita Tsushim y su misión era averiguar la clase de ordenadores que necesitaría la sociedad en la década de los 90. La segunda sección estaba dirigida por Hideo Atiso, catedrático de la Escuela de Ingenieros de la Universidad de Keio y su cometido era examinar cuanto se refiriese a la arquitectura de los ordenadores. La tercera sección, la dirigía Kazuhiro Fuchi, director de Laboratorio Electrotécnico (ETL) y se encargaba de la tecnología básica y de los problemas relativos al soporte lógico.

En conjunto el comité utilizó idea y experiencia de matemáticas, logística y otros expertos en disciplinas esenciales y otro tanto se hizo con los principales usuarios de ordenadores como bancos, grandes empresas e industria en general.

Los resultados de estos estudios preliminares se recogieron en un informe que el Comité presentó en 1981. En el informe se describía con detalle el Proyecto de los Ordenadores de la Quinta Generación, definiendo los objetivos, temas, planes y un programa de Investigación y Desarrollo (I + D) a diez años (1982-1992).

El 1 de abril de 1982 se fundó el Instituto para la Tecnología de la Nueva Generación de Computadoras (ICOT), como centro principal para llevar a cabo el proyecto, nombrando al doctor Fuchi como director. Los principales participantes en el ICOT son los fabricantes de ordenadores Fujitsu, Mitachi, NEC, Toshiba, Mitsubishi, Oki, Matsushita y Sharp. Estas ocho empresas forman un consorcio, que junto con el gobierno son las que proporcionan los fondos necesarios para la constitución y funcionamiento de ICOT. Los recursos humanos los suministran temporalmente estas compañías junto con la Nippon Telephone and Telegraph Public Corp y el ETL. En aquel momento el grupo de investigadores era de 50, la mayoría de una edad inferior a los 35 años.

El ICOT se organizó en tres secciones: una estudia el soporte físico, otra el soporte lógico y la tercera el desarrollo rápido de sistemas electrónicos útiles como instrumentos de trabajo. Además dentro de ICOT se formó un Comité de Promoción de Proyectos que se organiza en cinco grupos de trabajo tal como se indica en

CUADRO II

ARQUITECTURA VON NEUMAN

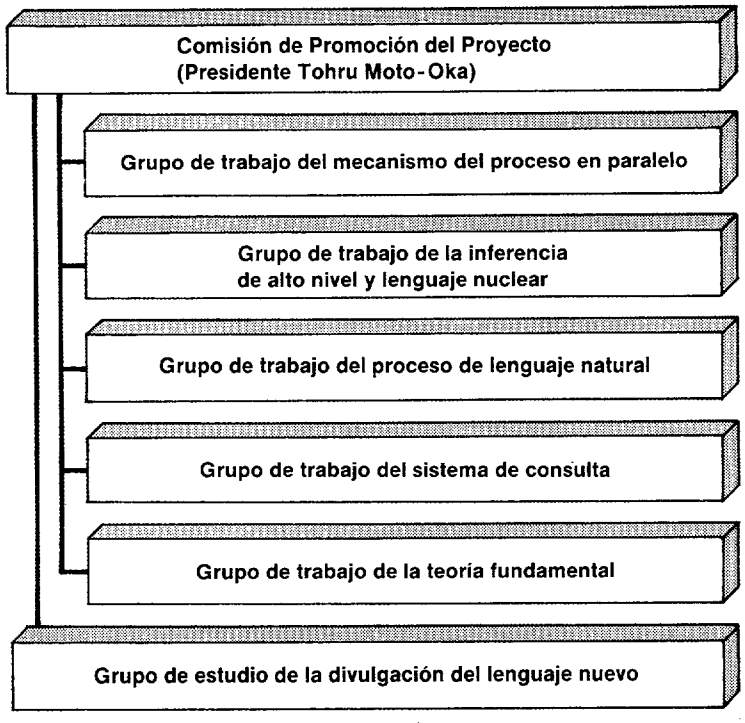
- **Unidad de computación única (procesador, memoria central, circuitos comunicaciones).**
- **Memoria de estructura lineal y células de memoria de tamaño fijo.**
- **Direccionamiento de las células de memoria a un solo nivel.**
- **Lenguaje de máquina de bajo nivel.**
- **Control de computación centralizado y secuencial.**
- **Capacidad de entrada y salida de bajo nivel de satisfacción.**

CUADRO III

RETOS TECNOLOGICOS DE LA QUINTA GENERACION DE ORDENADORES

VLSI (Integración a escala muy elevada).
ARQUITECTURA PARALELA.
PROCESO DE INFERENCIAS.
RECONOCIMIENTO DE VOZ E IMAGEN (Compresión de lenguaje natural).
INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

Figura 1



la figura 1. Este comité está constituido por personas externas al ICOT de reconocidos méritos profesionales procedentes de los laboratorios del gobierno, universidades e industria. Su misión es supervisar, aconsejar y contribuir al progreso de la investigación.

CUADRO IV	
PRINCIPALES PROYECTOS JAPONESES RELACIONADOS CON LA QUINTA GENERACION	
— **El Proyecto de Super Ordenador**	**130 millones de libras durante 8 años.**
— **Tecnologías básicas de la información**	**450 millones de libras durante 10 años.**
— **Optoelectrónica**	**40 millones de libras.**
— **Proceso de información de imágenes**	**40 millones de libras.**

ICOT: Instituto de la Tecnología de la Nueva Generación.

CUADRO V	
PROGRAMAS COOPERATIVOS DE INVESTIGACION	
— **ESPRIT**	**1.000 millones de libras durante 5 años.**
— **Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC)**	**500 millones de libras durante 10 años.**
— **Semiconductor Research Cooperative (SRC)**	**20 millones de libras en 1984.**
— **Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de la Defensa DARPA**	**750 millones de libras durante 5 años.**
— **ALVEY**	**350 millones de libras durante 5 años.**

Filosofía social del proyecto

En el discurso inaugural de la International Conference on Fith Generation Computer Systems (Tokio, 19-22 octubre de 1981) el profesor Moto-Oka comenzó indicando los requerimientos del sistema social sobre los sistemas de computación en la década de los noventa, supuso que para entonces, los ordenadores de la quinta generación estarán muy difundidos y los sistemas de proceso de información serán herramientas esenciales en todas las áreas de la actividad social. Entre dichos requerimientos cabe destacar los siguientes:

— Aumentar la productividad en áreas de baja productividad.
— Hacer frente a la competencia internacional y contribuir a la cooperación internacional.
— Solucionar los problemas de una sociedad envejecida.

Desde su comienzo, el comité japonés de la quinta generación ha tratado de prever el impacto que los nuevos computadores tendrían en la sociedad. Algunos de los impactos sociales que se pueden predecir son los siguientes:

— La eliminación de distorsiones sociales que se producen como consecuencia de las diferencias de productividad en los diferentes campos de actividad.
— La expansión de la inteligencia humana gracias a la ayuda de los ordenadores.
— La organización de las grandes cantidades de información que generan las tecnologías de la información.

En este contexto, las nuevas máquinas estarán dedicadas principalmente a tareas que son demasiado difíciles o que son desagradables para seres humanos. Por otro lado, los ordenadores de la quinta generación mejoran las prestaciones y la gestión del sistema de asistencia sanitaria y de los servicios relacionados con ella.

Enfoque global del ordenador de la quinta generación

El proyecto de la quinta generación tiene básicamente como objetivo desarrollar una nueva generación de máquinas capaces no solamente de operar con datos sino de procesar símbolos, realizar inferencias y deducciones y trabajar en lenguajes naturales muy próximos a la comunicación humana (Cuadro IV). El argumento central de este proyecto es el reconocimiento de que una nueva era tecnológica va a comenzar en un plazo no muy lejano, iniciándose un cambio radical, cualitativo y cuantitativo, en la historia del desarrollo de los computadores. Por ello se ha rodeado al proyecto de la quinta generación de otros proyectos tecnológicos de gran envergadura, de los que se espera coadyugen en el desarrollo de ordenadores de la quinta generación (Cuadro V).

Todos los componentes del soporte físico se basan en tecnología avanzada de proceso en paralelo y utilizan circuitos integrados VLSI como sustrato de los diferentes elementos electrónicos.

En cuanto al soporte lógico, los sistemas de la quinta generación se basan en la lógica de predicados, que es de todos los tipos de lógica la que más se acerca al lenguaje natural. El lenguaje núcleo estará basado en el PROLOG, que conjuntamente con las cláusulas de Horn, es el más auténtico de los lenguajes de inferencia lógica. Este es el mecanismo fundamental de la lógica es la inferencia que permite la extracción de nueva información o conocimiento que no se conocían antes explícitamente. La posesión de los conocimientos y los procedimientos de inferencia constituyen la clave de las actividades inteligentes.

Arquitectura del ordenador de la quinta generación

La configuración propuesta para el prototipo final consta de un sistema de Hardware, un Sistema de Software Básico y un Sistema de Software de Demostración (Figura 2).

El Sistema de Hardware (Figura 3) está compuesto por tres subsistemas que en el futuro se integraran en uno sólo:

— Máquina de solución de problemas y de inferencia: Este módulo contiene un mecanismo de inferencia en paralelo, un mecanismo de flujo de datos y un mecanismo de tipos abstracto de datos. En los computadores tradicionales la máquina de inferencia correspondería a la C.P.U.

— Máquina de la base de conocimientos: Consta del mecanismo básico de la base de conocimientos, el mecanismo de manejo del conocimiento con operaciones paralelas y el mecanismo de la base de datos relacional. En los sistemas actuales correspondería a la integración de la memoria principal, la memoria virtual y el sistema de ficheros.

— Interfaz inteligente: Se compondrá de varias máquinas radicadas a un medio determinado, una para el reconocimiento de voz, otra para procesos de imagen y otra para el proceso gráfico.

Todos los componentes del sistema de Hardware se basan en tecnología avanzada de proceso en paralelo y utilizan circuitos integrados VLSI como sustrato de los diferentes elementos.

El sistema de software básico (Figura 3) es el componente fundamental para el proceso del conocimiento. Consta de:

— Módulo de software para inferencia y resolución de problemas. Utiliza la máquina inferencia del sistema Hardware para la construcción de inferencias complejas a partir de simples silogismos de manera eficiente y conveniente para los usuarios. Corresponde al sistema operativo en los computadores actuales.

— Módulo de software para la gestión de la base de conocimiento. La base de conocimientos es una base de datos (donde se almacenan una serie de hechos y relaciones entre ellos) a la que se añaden unas reglas que permiten obtener nuevos hechos relaciones que no estaban explícitamente almacenadas. En los sistemas de proceso convencionales corresponde, en principio, al Sistema gestor de bases de datos, pero aquí se requiere añadir funciones inteligentes.

— Módulo de software de interfaz inteligente. Es el encargado de facilitar la comunicación hombre/máquina de un modo cuasi-humano.

— Módulo de software para programación inteligente. Emplea las técnicas más avanzadas de la ingeniería del software para facilitar la programación automática.

El sistema de demostración (Figura 3) consiste en una serie de aplicaciones experimentales para probar los conceptos del proceso de la información del conocimiento. Una vez completado el prototipo, el primer término del proyecto de la quinta generación, se espera el desarrollo de sistemas de aplicaciones en gran escala por parte de la empresa fabricante de computadores.

LA RESPUESTA DE LOS ESTADOS UNIDOS

EN 1981, el profesor del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) comentó con el Director del Laboratorio de Informática del MIT, M. Dertrouzos lo impresionado que había quedado después de asistir al lanzamiento del proyecto japonés de la quinta generación de ordenadores. Dertrouzos, en noviembre de 1981, dirigió cartas a los presidentes de IBM, Honeywell, Control Data, Digital, Intel y la Agencia del Departamento de Defensa DARPA, advirtiendo sobre el peligro que para la industria americana podría suponer la iniciativa japonesa. A comienzos de 1982, W. Norris, presidente de Control Data invitó a participar en una reunión a una docena de fabricantes del sector de la Tecnología de la Información y a DARPA, para aunar esfuerzos y dar una respuesta adecuada al proyecto de la quinta generación. La reunión se celebró en Orlando y se decide crear un consorcio de empresas bajo el nombre de Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC), con un presupuesto anual de 100 millones de dólares.

Posteriormente, en octubre de 1983, el Departamento de Defensa, muy sensibilizado por el problema, lanza a través de DARPA, un Plan Estratégico para su Desarrollo y Aplicación a los problemas críticos de la Defensa (más conocido como Programa de Informática Estratégica), a fin de promover investigación y desarrollo en el área de las nuevas tecnologías de la información. Su objetivo final es el proporcionar una amplia base tecnológica de inteligencia de la máquina para aplicarla a los problemas críticos de la Defensa y crear una fuerte capacidad industrial en apoyo de las necesidades de la Seguridad.

El plan en sí, es una hábil combinación de elementos concretos y elementos abstractos. Se han escogido tres ambiciosas aplicaciones militares concretas porque se espera que enfoquen y estimule la creación de tecnología y además proporcione un laboratorio adecuado para probar el funcionamiento real de tecnología. Estas aplicaciones militares están concretadas en, primero: vehículos autónomos, como aviones, sumergibles y vehículos terrestres sin piloto; segundo: ayudantes especializados para pilotos en su cabina; y tercero, sistemas de dirección de la batalla en gran escala.

En todo esto, DARPA sólo pretende explotar de modo completo y coordinado todo un conjunto de investigaciones dispersas que la agencia ha financiado en su mayor parte durante las dos últimas décadas; investigaciones que han proporcionado ciertos números de avances, todos ellos en zonas separadas de la inteligencia artificial, la informática y la microelectrónica.

El plan DARPA, exige funciones inteligentes integradas de visión, reconocimiento y reproducción de la voz, comprensión del lenguaje natural y tecnología de sistemas especializados que deben producirse con programas y equipos de nuevo diseño y además se ha de fomentar en una multitud de lugares el desarrollo de la tecnología microelectrónica que apoye todos estos sistemas.

El presupuesto total del plan de informática estratégica era de 50 millones de dólares para el año 84, 95 millones para 1985, 150 millones en el 86; para desembocar en un coste de 600 millones de dólares en 5 años. La mayor parte del presupuesto durante los primeros años se dedicaría a mejorar el equipamiento de cálculo y comunicaciones de las empresas participantes a través de la red ARPA.

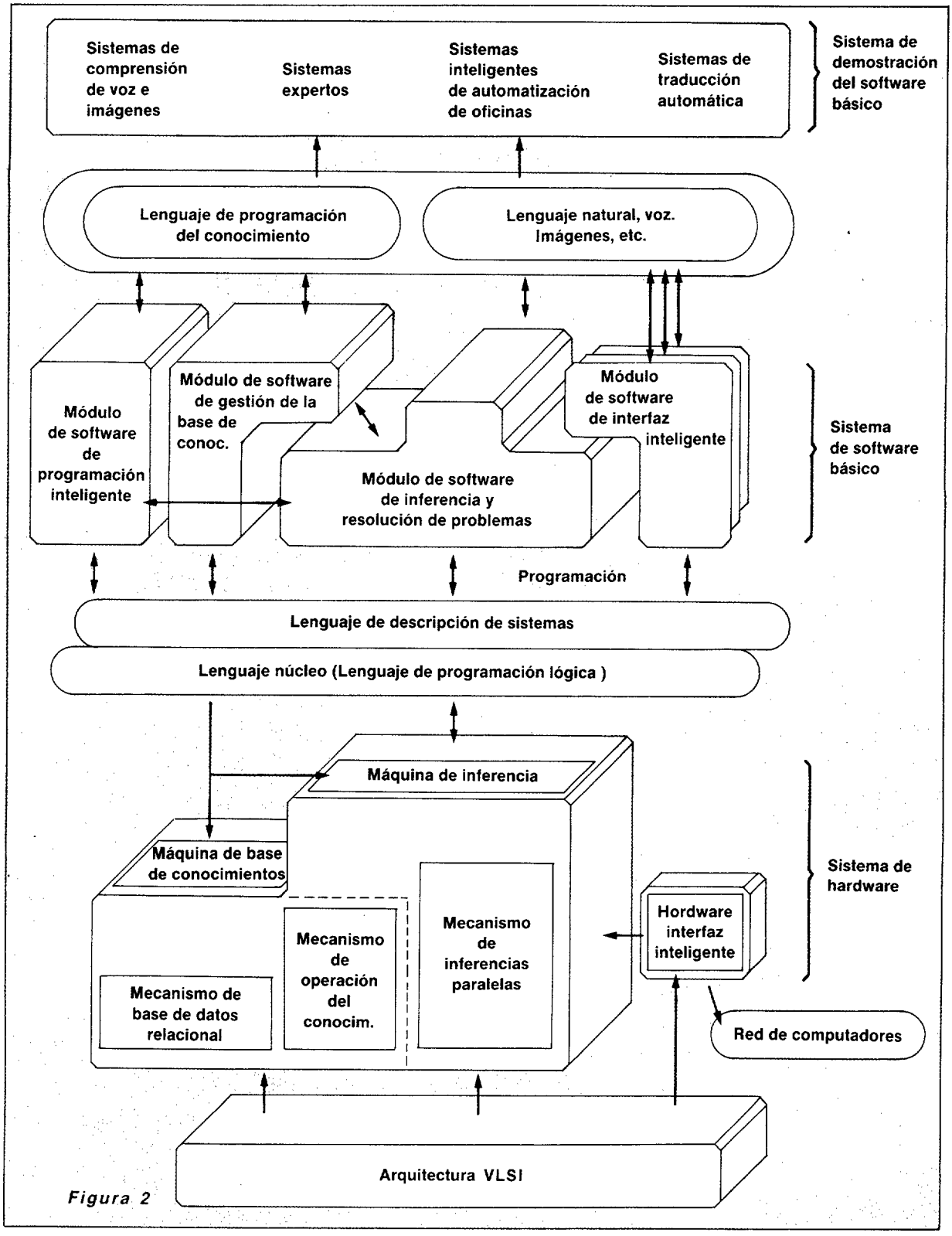


Figura 2

Comparación entre el Proyecto Informático Estratégico y de Vigilancia y el Proyecto de la Quinta Generación de Ordenadores.

Ambos proyectos concentran sus esfuerzos en la microelectrónica, en las ciencias de los ordenadores y en la inteligencia artificial.

Ambos proyectos concentran sus esfuerzos en la microelectrónica, en las ciencias de los ordenadores y en la inteligencia artificial.

Los programas en microelectrónica de los dos proyectos inicialmente confían en mejorar la tecnología del silicio, pero advierten que con el fin de lograr ordenadores más rápidos será necesario trabajar con la tecnología de Arseniuro de Galio o similares. En cuanto a los avances en las ciencias de los ordenadores ambos apuntan hacia arquitecturas paralelas o concurrentes. Por lo que respecta a las previsiones de inteligencia artificial, combinan trabajos sobre sistemas expertos, lenguaje natural, visión y voz. Reconocen los dos proyectos la falta de personal técnico necesario para desarrollar las aplicaciones en inteligencia artificial.

En cuanto al presupuesto son similares, ambos han proyectado gastos de un billón de dólares en diez años.

Sin embargo, ambos proyectos difieren en el tipo de organización y en la tecnología de las máquinas inteligentes, y en los términos en que fue presentado a la comunidad científica internacional. Los japoneses han elegido una planificación central a través de ICOT (Instituto de la Nueva Generación de Tecnología de los Ordenadores). Los Estados Unidos apuestan por una planificación distribuida, para lo cual han fundado dos grupos industriales, el Semiconductor Research Cooperative y Microelectronics, y el Computer Technology Corporation (MCC). Ambos grupos están directamente coordinados por la agencia DARPA.

Como ya indicamos anteriormente, las máquinas inteligentes, se pueden caracterizar por tres niveles de implementación. El nivel superior consta de sistemas de aplicaciones inteligentes (como reconocimiento de voz y/o visión). El nivel intermedio lo forman las herramientas para la ingeniería del conocimiento y los lenguajes de programación. Finalmente el nivel inferior consiste en la arquitectura de los ordenadores. Pues bien, el proyecto de informática estratégica fomenta trabajos en los tres niveles, mientras que el proyecto japonés ha concentrado sus esfuerzos en el nivel intermedio.

Finalmente también ambos países difieren en los términos en que fueron lanzados los proyectos en la opinión pública internacional. Los japoneses primeramente racionalizaron el proyecto en términos de necesidades sociales y solamente en un segundo término aparecieron las posibles ventajas comerciales. El proyecto de informática estratégica, obviamente debido a su patrocinador, fue racionalizado en términos militares y de un modo secundario se mencionó su aspecto comercial. Sin embargo, se prevé que dentro de diez años ambos proyectos eclipsarán sus razonamientos primarios y emergerán con fuerza las razones de innovación tecnológica y dominio de los mercados mundiales de ordenadores.

LA RESPUESTA DE EUROPA OCCIDENTAL

LOS principales países de Europa Occidental han respondido al desafío japonés en un doble nivel: formando parte de una acción cooperativa supranacional y a través de los proyectos nacionales.

Proyectos supranacionales

ESPRIT (European Strategic Program for Research: Programa Estratégico Europeo de Investigación), es la iniciativa conjunta de los países de la Comunidad Económica Europea (CEE) para colaborar en los campos de microelectrónica, robótica, ingeniería de programación, técnicas avanzadas de la producción, e inteligencia artificial.

Se lanza a finales de 1983, y se encarga a la TASK FORCE (Organismo de la Comunidad Europea encargada de la Tecnología de la Información y Telecomunicaciones) su desarrollo.

Dentro de este programa colaboran las industrias, las universidades y los gobiernos europeos, pero también curiosamente participan tres empresas americanas establecidas en Europa (IBM, ITT, DEC).

Tiene como principal objetivo, el fomentar la cooperación industrial europea en investigación y desarrollo de las tecnologías de la información, e intenta crear unos estandares europeos, que se mantengan firmes, cuando entren en escena las máquinas de la quinta generación de ordenadores.

El período del desarrollo del proyecto es de cinco años, finalizando en 1988, y cuenta con unos fondos de operación de alrededor de 1,5 billones de dólares. Con el fin de alcanzar el objetivo propuesto, ESPRIT exige para poder financiar un proyecto (la CEE aporta el 50% de los fondos del proyecto), que esté patrocinado, por al menos industriales de dos países distintos, y de una universidad.

Hasta la fecha ESPRIT, no parece que esté logrando los objetivos previstos, debidos a la insolidaridad crónica de la industria europea y a la burocracia interna de la propia CEE.

Otro proyecto europeo de alcance supranacional es el JEP, formado por las industrias de ordenadores ICL, BULL y SIEMENS. Este consorcio fundó en 1984 en Baviera, un centro financiado conjuntamente para la investigación y el desarrollo en sistemas de proceso del conocimiento, susceptibles de poderse usar posteriormente para la ayuda a la toma de decisiones para directivos. Aunque la investigación es conjunta y no hay límite en cuanto a la transferencia en la tecnología entre dichas empresas, se acordó que la explotación comercial fuese individual.

Proyectos nacionales

Reino Unido

El Reino Unido tiene una gran solera en los trabajos sobre I.A. Sin embargo en 1973 el Science Research Council, publicó un informe sobre la I.A., dirigido por James Lighthill (afamado matemático), en donde se concluía que la investigación sobre Inteligencia Artificial no tenía futuro, pues ya se había demostrado matemáticamente a través de los números de Godel que no se podía formalizar matemáticamente y de manera general al razonamiento simbólico. A partir de esta fecha, el Reino Unido abandonó oficialmente todos los estudios sobre inteligencia artificial y solamente el Imperial College de Edimburgo y la Universidad de Essex sin apoyo oficial continuaron las investigaciones en dicha disciplina.

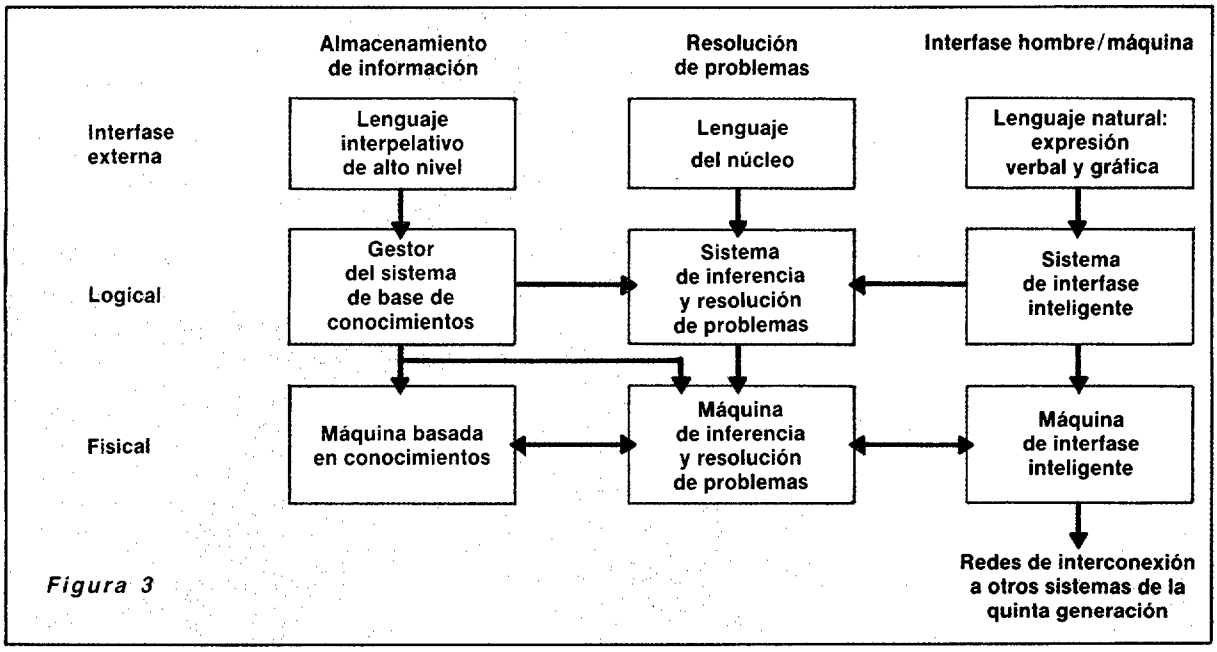


Figura 3

En octubre de 1982, se publicó el informe Alvey, como respuesta británica a los planes japoneses de la quinta generación. El informe señalaba cuatro áreas técnicas básicas en orden a implementar un Programa de Tecnología de Informática Avanzada (AIT). Dichas áreas son: Ingeniería de Programación, Interface hombre/máquina, Sistemas Inteligentes Basados en el Conocimiento, y microcircuitos de integración de muy alta escala (VLSI), que completan otros esfuerzos británicos en el marco europeo de ESPRIT. Para desarrollar este programa de la Tecnología de la Información, se propusieron varias medidas entre las que destaca, la creación de una Dirección General en el Departamento de Industria, que junto con Ministerio de Defensa y con el Consejo de Investigación Científica, se encargan de participar y controlar el Programa a fin de coordinar esfuerzos entre la Industria, Universidad y Laboratorios de Investigación. La duración del Programa se ha estimado en cinco años, y el presupuesto es aproximadamente de quinientos millones de dólares.

Como realizaciones concretas en I.A. cabe citar a la empresa ICL que ofrece el producto VME (Entorno de Máquina Virtual) el cual es la base para los nuevos diseños de dicha empresa en la quinta generación de ordenadores. El Imperial College de Londres, que está poniendo a punto una Máquina Reductora y a la Universidad de Manchester una Máquina de Flujo de Datos.

Instituto TURING

En 1983 se funda en la Universidad Strathclyde (Edimburgo) el Instituto Turing. Tiene como objetivo la enseñanza y la investigación de la Inteligencia Artificial y de la Tecnología de la Información. En la educación-fomenta cursos en sistemas de inferencia y programación lógica, sistemas expertos, procesadores de visión y planeadores robóticos. Se investiga en sistemas expertos, robótica, aprendizaje automático y procesamiento de imagen.

La República Federal de Alemania

El Ministerio de Investigación y Tecnología de Alemania Occidental, ha diseñado un programa de investigación en las áreas de diseño asistido por ordenador, arquitectura de ordenadores e ingeniería del conocimiento. Los recursos financieros con que cuenta el Proyecto, son aproximadamente de un billón de dólares, y el período está cifrado en cinco años, finalizando en 1988. Se trata de una acción cooperativa de investigación entre los institutos de Investigación, la Universidad y la Industria.

Francia

La respuesta francesa a la quinta generación de ordenadores japoneses corrió a cargo de un grupo llamado SICO (Club de Sistemas Informáticos del Conocimiento), que está formado por científicos industriales del sector público y privado. SICO, fundado bajo los auspicios del INRIA (Laboratorio Nacional de Ciencias de la Información), elaboró un informe en donde se recomendaba impulsar las siguientes áreas de la Tecnología de la Información: La fabricación de pastillas microelectrónicas, ingeniería de la programación, la inteligencia artificial y la robótica. Se elaboró un plan especial iniciado bajo la administración Giscard y potenciado posteriormente bajo el gobierno del Miterrand, teniendo como último objetivo, el poner al país a la cabeza del tratamiento de la información.

España

Nuestro país, se asoma muy tempranamente al mundo de la Inteligencia Artificial, a través de los trabajos sobre autómatas que el ingeniero L. Torres Quevedo desarrolla en torno a 1912. Desgraciadamente, no ha exis-

tido continuidad en dichas técnicas y sólo hasta épocas muy recientes (reunión de Buitrago sobre I.A., patrocinada por Fundesco) es cuando de nuevo parece surgir investigación básica y aplicada en I.A. Estas iniciativas se están dando sobre todo a nivel universitario e industrial.

En la Facultad de Informática de Barcelona y con apoyo del CAYCIT (Comisión Asesora Científica y Técnica) se está desarrollando el entorno de programación MERLIN. También se trabaja en la implementación del proyecto CAPRA, que trata de todos los aspectos del ciclo de construcción de un programa.

En la Universidad Politécnica de Madrid, se está desarrollando diversos sistemas expertos en lenguaje PROLOG, entre los que destaca uno sobre la previsión en tiempo real de daños por inundaciones y otro sobre finanzas.

A nivel industrial existen varias empresas trabajando en el área como ENTEL, ERIA, CTNE, IBM, DEC.

ENTEL empezó sus primeras realizaciones en 1985, pudiéndose citar como relevantes el desarrollo de los siguientes proyectos:

— Sistema Experto para la función T.T.C. de las estaciones terrenas de la Agencia Espacial Europea.

— Diversos sistemas expertos para la Armada Española encaminados a la ayuda de la toma de decisiones del Mando y evaluación en el entorno C. estratégicos.

— En el proyecto internacional Eureka BD-11, ENTEL participa junto con la empresa francesa INZ en el desarrollo de un sistema con gran potencia de manejo de Bases de Datos y capacidad para ejecutar aplicaciones de I.A.

La división de Informática Industrial de la empresa ERIA inició en 1986 el desarrollo de tecnología avanzada en I.A. Dentro de los logros más destacados de esta división en el área de I.A. ha sido la firma de tres proyectos de sistemas expertos; dos para Iberia, líneas aéreas, y uno para la Secretaría de Estado para la Administración Pública.

Finalmente la empresa C.T.N.E. está desarrollando un sistema experto en el diágnostico de averías de aparatos telefónicos.

Los Países del Este europeo

En los países socialistas destaca con luz propia la República Popular Húngara. Este país, fue el primero de todo el continente europeo en desarrollar aplicaciones prácticas sobre el lenguaje de programación lógica PROLOG.

Desde 1977, en el Instituto para la Coordinación de Ordenadores de Budapest, se han elaborado muchos sistemas expertos en áreas muy diversas, todos ellos sobre PROLOG. Alrededor de doscientos cincuenta sistemas expertos se llevan realizados, entre los que destacan programas sobre el diseño de fármacos e interacción entre medicamentos, modelado y pruebas bioquímicas, diseño arquitectónico, dirección de granjas colectivas, reconocimiento de textos escritos en lenguaje húngaro, generación de programas Cobol, análisis de programas y verificación de programas PROLOG.

En 1979 los húngaros implementaron una nueva versión de PROLOG, el MPROLOG (Prolog Modular), que fue adoptado por los japoneses como lenguaje de base para sus máquinas inteligentes de la quinta generación.

Hungría ha solicitado recientemente participar en varios proyectos europeos de I.A. a través del Programa Esprit, de la CEE, pero probablemente, las razones políticas pueden excluirla.

La Unión Soviética, a través del Instituto de Informática de Novosibirsk está desarrollando ordenadores y programas para la automatización industrial. También como USA, UK y Japón ha establecido un plan a cinco años para el desarrollo de su quinta generación de ordenadores, pero con un presupuesto muy inferior al billón de dólares. Dicho plan contempla objetivos en las áres de la integración a muy alta escala (VLSI), arquitecturas paralelas y multiprocesadores, acceso inteligente a base de datos y programación lógica. A través del Consejo de Asistecia Económica mutua desarrolla planes de investigación con Hungría, Alemania del Este, Polonia, Checoslovaquia, Rumania y Cuba.

RESUMEN

HEMOS puesto especial énfasis en estudiar el Proyecto de la Quinta Generación de Ordenadores y las reacciones que han tenido principalmente en el mundo occidental. Se ha visto como el proyecto japonés no es tan apocalíptico para la industria occidental como algunos expertos habían predicho. Parece que nuestro país también quiere participar en esta nueva revolución tecnológica que sin duda reportará enormes beneficios a nuestra sociedad. ■

BIBLIOGRAFIA

1.— T. Moto-Oka (ed.) "Fifth-Generation Computer Systems" *JIPDEC* North Holland. 1982.

2.— M. Valero "Arquitectura de los Computadores de la 5.ª Generación", *Mundo Electrónico*, abril 1985.

3.— K. Murakami, T. Kakuta, R. Onai, "Architectures and Hardware Systems: Parallel Inference Machine and Knowledge Base Machine", *Proceedings of the International Conference on Fifth Generation Computer Systems.* 1984. Ed. ICOT. Ohmsa, Ltd y North Holland, pág. 18.

4.— K. Furukawa, T. Yokio, "Basic Sofware System", *Proceedings of the International Conference on Fifth Generation Computer Systems.* 1984, E. ICOT. Ohmsa Ltd. y North Holland, pág. 37.

5.— S. Uchida, T. Yokoi, "Sequential Inference Machine: SIM Progress Report", *Proceedings of the International Conference on Fifth Generation Computer Systems.* 1984, Ed. ICOT. Ohmsa Ltd. Y North Holland, pág. 58.

6.— T. Yokio, S. Uchida "Sequential Inference Machine: SUIM Its Programmingn and Operating Systems, *Proceedings of the Internacional Conference on fith Generation — Computer Systems* 1984, Ed. ICOT. Ohmsa Ltd. y North Holland, pág. 70.

Aplicación de la Inteligencia Artificial a la Defensa

JOSE SANCHEZ MENDEZ,
Coronel de Aviación

EL término INTELIGENCIA ARTIFICIAL, IA, quizás no sea afortunado y más aún en su empleo en el campo de la Defensa, pues parece expresar aspectos filosóficos de la relación hombre-máquina en las áreas del proceso de la decisión y del razonamiento que son exclusivos del dominio humano. Podemos hablar de nuevas tecnologías que son aprovechadas por su creador más que de un sustitutivo del hombre en adoptar decisiones y en dirigir operaciones militares.

Por ello sería preferible hablar de "máquinas o sistemas inteligentes", términos que conllevan menos carga emocional y no son tan controvertidos. La realidad es que, desde un punto de vista exclusivamente técnico, todos estos conceptos vienen a expresar nuevos desarrollos, de los cuales el más importante es el que se está ya empezando a denominar como SOFTWARE BASADO EN EL CONOCIMIENTO o SBC, como sustitutivo del de INTELIGENCIA ARTIFICIAL, IA.

Efectivamente, las tecnologías conocidas como INTELIGENCIA ARTIFICIAL, IA, pretenden diseñar máquinas que puedan simular, de alguna forma, aquellos procesos del pensamiento humano más flexible. En este sentido permiten no sólo manejar cantidades y efectuar cálculos, sino manipular símbolos de conocimientos y hacer razonamientos. En su obra "Handbook of Artificial Intelligence", Avron Barr, Paul Cohen y Edward Feigenbaum, definen la IA como: "la parte de la Inteligencia que permite diseñar ordenadores que utilicen determinadas características asociadas a la Inteligencia humana, comprensión del idioma, aprendizaje, razonamiento y solución de problemas".

Si se pretende justificar el término IA, solamente podríamos hacerlo desde un aspecto dinámico, es decir para referirnos a un método de trabajo y de progreso que pretende reproducir en las máquinas comportamientos llamados inteligentes y de aproximar los modos de representación que se encuentran en nuestro entorno. En el momento actual dichas tecnologías pueden proporcionar ya a los especialistas formas de expresión que le son familiares y por tanto mucho más fáciles de utilizar que los lenguajes de programación tradicional.

Frente a la Informática clásica, surgen nuevos sistemas que son primordialmente procesadores simbólicos, es decir, que en vez de seguir un algoritmo previamente definido, el programa "Inteligente" elige aquella parte de la memoria ("sorts through") que le permite determinar su propia secuencia. La facultad de los Sistemas Inteligentes de utilizar la Heurística, en lugar de algoritmos predeterminados es su características más representativa. La Heurística, a la que se ha llamado como el "arte del bien acertar", nos permite (o a las máquinas) reconocer enfoques idóneos para la solución de problemas, para descomponer estos en otros parciales, superar informaciones incompletas y hacer predicciones con bases fundadas. Esta flexibilidad es la que hace que estos SOFTWARE BASADOS EN EL CONOCIMIENTO, SBC, puedan dar respuestas satisfactorias que quizás no sean precisamente correctas en su totalidad, pero sí aceptables. Aspecto importante de esta flexibilidad es la habilidad del sistema Inteligente para explicar "el por qué" adoptan determinadas decisiones.

CUADRO 1

COMPARACION ENTRE LOS SISTEMAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LA INFORMATICA CONVENCIONAL
(del Memorandum de la NASA 85836. Volumen I, Parte A. - 1983)

INTELIGENCIA ARTIFICIAL	*INFORMATICA CLASICA*
* Básicamente Procesos Simbólicos.	* Normalmente suelen ser Numéricos.
* Investigación Heurística (fases implícitas).	* Búsqueda Algorítmica (pasos explícitos).
* Base del conocimiento independiente de las instrucciones.	* Información y Control integrados conjuntamente.
* Normalmente fácil de corregir, modificar, actualizar y ampliar.	* Difícil de modificar.
* Algunas respuestas incorrectas pueden ser admitidas.	* Las respuestas solicitadas deben ser correctas.
* Respuestas satisfactorias son aceptables normalmente.	* Usualmente se admite sólo la mejor solución.

En el Cuadro I podemos observar las diferencias comparativas entre los Sistemas IA y los convencionales, de acuerdo con el Memorándum de la NASA 85836, Volúmen I, Parte A, publicado en 1983.

Todo ello hace que la mayor dificultad para la ingeniería sea la búsqueda de formas para dar una respuesta práctica y eficaz a la INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

Hechas estas consideraciones, que considero totalmente necesarias y que sirven a modo de introducción, podemos ahora de forma escueta, pero al mismo tiempo lo más completa posible, tanto predecir e imaginar, con bastante precisión, los avances tecnológicos en el ámbito de la Defensa que se podrán alcanzar en los comienzos del siglo XXI, así como los más inmediatos dentro de la próxima década de los años 90 en el campo del SBC o si también prefieren denominarlo de la IA.

SISTEMAS INTELIGENTES PARA LA DEFENSA DESARROLLADOS A PARTIR DEL SOFTWARE BASADO EN EL CONOCIMIENTO

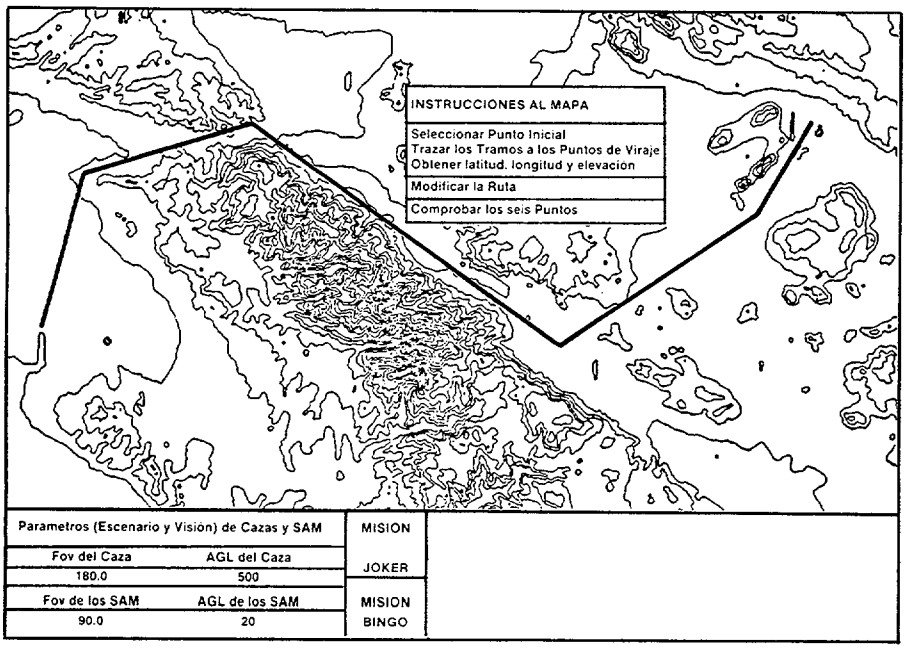
EN 1981 un comité del Departamento de Defensa de los EE.UU. enumeró por su importancia, de mayor a menor, 80 nuevas tecnologías en vías de nacimiento o desarrollo que se esperaban tendrían a corto plazo un impacto transcendental sobre los futuros sistemas militares. Las referencias a la IA/CBS ocupaban el segundo lugar por su importancia y pasaban a un séptimo puesto por la dificultad y riesgo de aplicarlas en la realidad.

En el Cuadro II se presentan de manera esquemática los posibles campos de aplicación de la IA/SBC en el ámbito Militar y agrupados dentro de tres posibles áreas o campos de aplicación: SISTEMAS PARA EL CAMPO DE BATALLA, PARA APOYO DE LAS OPERACIONES MILITARES Y SUBSISTEMAS INTELIGENTES. De la simple ojeada del mismo podemos deducir que, en mayor o menor medida, todos los sistemas de armas posteriores al año 2000 y algunos de los de la próxima década se verán afectados por estas nuevas tecnologías, parte de las cuales están ya en fase de desarrollo avanzado e incluso en la de ensayo operativo.

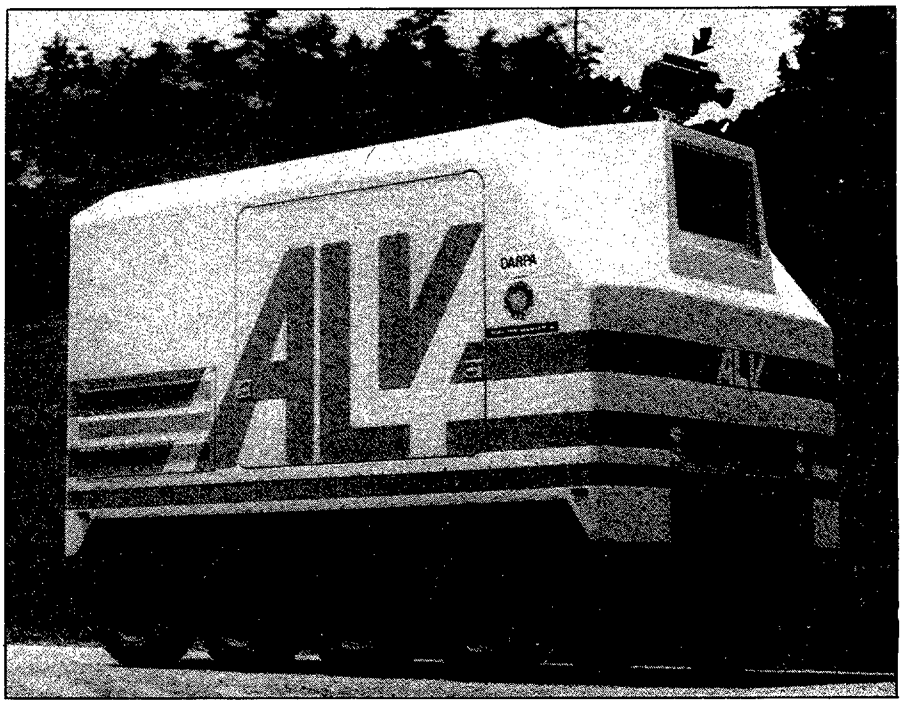
Sistemas Inteligentes para el Campo de Batalla

El mayor esfuerzo en el área de los *Sistemas Inteligentes no Tripulados y Robots de Usos Especiales* los está desarrollando la Agencia para la Investigación de Proyectos Avanzados de la Defensa, DARPA, de los Estados Unidos. DARPA trabaja en cinco ambientes distintos, terrestre, naval, submarino, aéreo y espacial. El desarrollo de estos sistemas lleva consigo problemas de integración —normalmente en espacios reducidos y exigencias de entorno en que debe actuar— de sistemas mecánicos y de armas, sensores y actuadores, ordenadores y SOFTWARE BASADO EN EL CONOCIMIENTO. Es de suponer por consiguiente que aquellos sistemas que puedan ser puestos a punto antes del año 2000 tendrán que continuar utilizando la Informática clásica. Ejemplo de ello es que ya hoy día existen vehículos autónomos y robots que pueden localizar y seguir a un objetivo, materializado por una señal que emite (vibraciones sonoras, fuente de calor, etc.) reflejada (eco sonar o radárico iluminación láser) o perseguir unos parámetros preestablecidos (piloto automático, perfil del terreno...).

Pero este automatismo pasivo puede ser perfeccionado o complementado por un nivel de tratamiento *simbólico,* que recoge las informaciones previamente tratada de los sensores, construye a partir de la misma una representación simbólica interna del entorno que la rodea y le aplica una capacidad de razonamiento que le permite el abarcar una estrategia que suministra a los órganos de mando unas directrices a partir de las cuales se dan instrucciones de movimiento elaboradas por métodos de automatismo clásicos. De esta forma el "esclavo ciego" se transforma en un ejecutante dotado de cierta visión de conjunto. El Programa de Ordenador



El Instituto de Tecnología de la USAF, situado en la Base Aérea de Wright-Patterson, está desarrollando un sistema inteligente de ayuda al piloto para el planeamiento de la misión. El ingenio será muy útil para misiones de ataque a objetivos de superficie, con penetraciones a baja cota y a elevadas velocidades, en ambiente electromagnético denso y con fuertes defensas antiaéreas.



El Vehículo Autónomo Terrestre (ALV) de Martin-Marietta ha demostrado la viabilidad de efectuar diversos recorridos por carreteras de trazado variado a la velocidad de 10 km/h., que reducía al entrar en las curvas. Como sensores básicos tiene una cámara de televisión en color y un medidor de distancias láser.

Estratégico, SCP, norteamericano tiende a este objetivo, particularmente mediante el *Vehículo Autónomo Terrestre, ALV,* fabricado por Martin Marietta/Denver. No es difícil imaginar este tipo de aplicación a un misil de crucero, a un pequeño submarino o a un vehículo aéreo o espacial no tripulado. Así por ejemplo, el Centro de Defensa de Westinghouse está desarrollando un vehículo sumergible no tripulado capaz de analizar los mejores lugares para minar un puerto, efectuar el minado y regresar a su base de partida.

Pero las dificultades siguen siendo todavía muy importantes. En la superficie terrestre la complejidad del entorno en que puede desenvolverse un vehículo como el ALV es considerable, como por ejemplo distinguir entre un árbol y una sombra. En otros medios, como el agua o el aire-espacio podrá ser más o menos sencillo, pero las restricciones de peso y volumen condicionan las capacidades de cálculo y es que la capacidad de "comprensión" de un mensaje por un sistema de tratamiento de la información se encuentra todavía en sus comienzos. Existen ya algunos capaces de *"comprender"* imágenes o de responder a preguntas sobre un texto, pero su ámbito de aplicación práctico es todavía relativo, así ocurrió cuando DARPA desarrolló un programa para traducir documentos soviéticos al inglés mediante ordenador y se encontró que el término pistón hidráulico fue traducido como *"cabra de agua".*

Un problema que hoy día no puede ser resuelto con la Informática convencional es la *Coordinación de los Sistemas de Defensa Antimisil.* Tales sistemas deben operar con tiempos de respuesta muy cortos, por lo que los programas elaborados con la Informática clásica no tienen utilidad alguna. Además, los diferentes subsistemas exigen un alto grado de integración y coordinación entre sí y las informaciones de los diferentes sensores han de ser contrastadas en tiempo real, lo que junto a que las amenazas detectadas han de ser valoradas y comparadas para determinar la conducta a seguir, hacen que la respuesta deba ser muy bien analizada, controlada y dirigida. Todo ello obliga a utilizar recursos de Investigación y Desarrollo muy elevados y durante plazos grandes de tiempo.

Dentro de los *Sistemas Inteligentes Asociados,* existen ya algunos programas que han superado la fase de definición, destacando el de la citada agencia norteamericana, DARPA, y denominado *Piloto Asociado.* Desarrollado por dos equipos, uno de Lockheed-Georgia y otro de McDonell Aircraft, pretende —una vez desarrolladas tecnologías de sistemas expertos aplicadas a cuatro funciones distintas— fabricar un avión inteligente no tripulado capaz de sustituir en determinadas misiones a los aviones de combate. Inicialmente el *Piloto Asociado* actuará en un primer nivel, como podría ser el ayudar a otro piloto en el empleo programado de tácticas de evasión contra misiles SAM o Aire-Aire, sin necesidad de efectuar maniobras bruscas y con alto número de g's, que muchas veces afecta a la visión y conciencia de los tripulantes. En un nivel posterior, el *Piloto Asociado* deberá poder realizar misiones de reconocimiento aéreo y el ataque contra objetivos fuertemente defendidos. El piloto del avión de combate se comunicará con su Asociado mediante frases cortas del lenguaje natural y podrá cambiar los módulos de software que contienen las reglas de conducta de éste, con lo que tendrá a su disposición un miembro para su escuadrillla o "wingman", a su medida.

Para poder cumplir sus cometidos el *Piloto Asociado* necesitará una gran cantidad de información que le será faciltada por sensores internos y externos, por los sistemas C^3I (Mando, Control, Comunicaciones e Inteligencia) y de la preparación previa de la misión. Actualmente el programa ha demostrado su viabilidad mediante la simulación realizada sobre diferentes subsistemas básicos, tales como el planeamiento de la situación táctica, incluyendo interceptaciones contra trazas hostiles; evaluación de las amenazas y determinación de la prioridad; análisis de las tácticas de evasión contra misiles SAM y asistencia al piloto del avión de combate en caso de aparición de diversas clases de emergencias durante el vuelo. La impresión existente es que el desarrollo final del *Piloto Asociado* es incompatible con las tecnologías actuales o previstas para la próxima década.

Una de las aplicaciones más importantes de la IA/SBC, es la que se realiza en el desarrollo de *Sistemas Inteligentes de Ayuda a la Decisión* y son de utilización tanto en el nivel estratégico como táctico, facilitando igualmente el planeamiento de cualquier tipo de misión operativa.

Estas actividades, proceso de la decisión, razonamiento y predicción, están internamente relacionadas con la Información-Inteligencia, que constituye el soporte básico para determinar la línea de acción a seguir. Por tanto se ven afectadas por diversas variables que van a influir de manera notoria, como son el *período de tiempo* en el que la actividad va a tener lugar, la *cantidad de Información-Inteligencia disponible* y la *calidad de la misma.*

El *tiempo* disponible puede variar desde unos cuantos segundos en los cuales hay que adoptar una decisión inmediata hasta períodos de varias horas e incluso de días, lo que permite una decisión más meditada. La situación más comprometida es la primera, cuando en un breve lapso de tiempo todos los subsistemas del conjunto deben ser capaces de reaccionar de forma correcta y rápida ante cualquier cambio de situación, prevista o no, y permitan decisiones sin influjos emocionales. Ello afecta principalmente a los Sistemas C^3I, de Mando, Control, Comunicaciones e Inteligencia. Un ejemplo podría ser la asignación del sistema de armas más correcto para neutralizar una penetración aérea enemiga o la integración a bordo de un cazabombardero de toda la información disponible sobre las posibles amenazas, de forma que el piloto disponga en tiempo real de una valoración de la situación para seleccionar tácticas, armas o rutas de ataque.

Caso de que el *tiempo* disponible sea grande y por tanto la decisión puede ser demorada, los sistemas IA pueden facilitar varias alternativas y por consiguiente optar por la línea de acción más adecuada. En este caso puede aprovecharse la situación para entrenar y adiestrar nuevos especialistas, de manera que se ponga al día en un plazo relativamente breve.

Si la *cantidad de Información-Inteligencia* es elevada, los sistemas IA pueden tratar todos los datos de forma más rápida y coordinada que la mente humana y presentar al usuario un análisis de la situación correcto y ponderado. Ello es muy práctico en la elaboración de los diversos Ordenes de Batalla del enemigo o para la identificación de objetivos, mediante la correlación de las informaciones obtenidas por distintas fuentes y sensores.

También, cuando la *calidad de la Información-Inteligencia* disponible es de escasa fiabilidad o su *cantidad* insuficiente, como pudiera ocurrir en la búsqueda o análisis de indicios o avisos de amenazas, los sistemas IA pueden reconocer o predecir situaciones de manera más rápida y con mayor exactitud que el ser humano. El desarrollo de estrategias y tácticas o la simulación para estudiar situaciones imprevistas, constituyen un área muy interesante de aprovechamiento de las tecnologías IA en esta situación.

El Cuadro III presenta un resumen de los distintos modelos de aplicación de IA/SBC a los procesos del razonamiento, predicción y toma de decisiones.

Relacionadas con las anteriores se encuentran los *Sistemas Inteligentes de Planeamiento de la Misión,* en particular con aquellas que necesitan un ciclo de planeamiento inferior a 24 horas. Son principalmente los centros de investigación norteamericanos los más avanzados en este campo, destacando el Instituto de Tecnología de la Fuerza Aérea, AFTI de Wright Patterson, en Ohio, que ha desarrollado un prototipo inteligente de ayuda al planeamiento de una misión táctica. En idéntico sentido las principales compañías de la aeronáutica estadounidense participan en diferentes programas con la misma finalidad. Asimismo el Centro de Investigaciones Aplicadas a la IA (NCARAI) de la Marina de los EE.UU., está trabajando en el diseño de un sistema inteligente que ayuda en el planeamiento de distintos tipos y niveles de misiones mediante la generación de órdenes de operaciones. Dicho Centro investiga el desarrollo de otro sistema de ayuda a la decisión del planeamiento tác-

CUADRO 2

POSIBLES CAMPOS DE APLICACION DE LA IA/SBC EN EL CAMPO DE LA DEFENSA

SISTEMAS INTELIGENTES PARA EL CAMPO DE BATALLA

1. **Ingenios Inteligentes no Tripulados y Robots de Usos Especiales.**
   - **Aplicables en cinco ambientes, terrestre, naval, submarino, aéreo y espacial.**
2. **Sistemas de Armas Inteligentes para la Defensa Antiaérea de Zona y de Punto.**
   - **Coordinación inmediata de sensores múltiples y de vectores.**
   - **Defensa misilística.**
   - **Sistemas expertos escondidos o de reserva.**
3. **Sistemas Inteligentes Asociados.**
   - **Piloto Asociado.**
   - **Coordinación de Guerra Antisubmarina.**
   - **Coordinación en la Guerra Electrónica.**
4. **Sistemas Inteligentes de Ayuda a la Decisión.**
   - **Estratégicos.**
   - **Tácticos (terrestres, navales y aéreos).**
   - **Planeamiento de la Misión.**

SISTEMAS INTELIGENTES DE APOYO A LAS OPERACIONES MILITARES

1. **Sistemas Logísticos Inteligentes.**
2. **Simulación y Juegos de la Guerra.**
3. **Sistemas de Entrenamiento Inteligentes.**
4. **Sistemas Inteligentes CAD/CAM/CAT.**
5. **Sistemas Inteligentes de Diagnosis.**
   - **Equipos y aparatos (por ejemplo, para aviónica).**
   - **Subsistemas (por ejemplo, en comunicaciones).**

SUBSISTEMAS INTELIGENTES

1. **Subsistemas Input/Output.**
   - **Visión.**
   - **Comprensión del Lenguaje Natural.**
   - **Comprensión oral.**
   - **Generación automática de mensajes.**
   - **Difusión automática de mensajes.**
   - **Sensores Inteligentes de diversas tecnologías.**
2. **Fusión de Información-Inteligencia de origen múltiple.**
3. **Sistemas de Alarma y Seguridad.**
4. **Diseño Rápido de Prototipos.**

Interior del Vehículo Autónomo Terrestre, que no lleva instalado ningún puesto para el conductor. En la fotografía pueden distinguirse algunos de los controles de los equipos de Inteligencia Artificial y la pantalla de televisión que permite al monitor seguir visualmente el comportamiento del ALV.

tico, que examina más de 55 factores distintos relacionados con las armas, los objetivos, información disponible, capacidad de fuego propia y preparación del personal.

Otro aspecto a considerar en una primera aproximación en el desarrollo de sistemas expertos integrantes de los centros C^3I, son aquellos destinados a la gestión de las Comunicaciones y de la Guerra Electrónica, que constituyen una meta primordial, tanto en el aspecto ofensivo como defensivo.

Sistemas Inteligentes para Apoyo de las Operaciones Militares

Esta es un área en la que es posible experimentar muchas de las tecnologías IA/SBC, toda vez que el tiempo no constituye un elemento crítico.

La *Simulación* en un campo natural de investigación sobre la interacción de sistemas integrados inteligentes, sistemas expertos y sistemas relacionados con la predicción e incertidumbre, en aspectos o áreas no convencionales.

Estas tecnologías, que están consideradas como tópicos de la Investigación y Desarrollo, sin embargo producen una gran motivación en muchos científicos independientemente de su difícil viabilidad. Grumman Aerospace está trabajando en un sistema conocido como TOPCAT, cuyos inicios comenzaron hace unos 15 años y concebido para analizar técnicas de combate y supervivencia. Este sistema genera miles de juegos de guerra y tras la finalización de cualquiera de ellos elabora un análisis particular del mismo comparándolo con los juegos precedentes. El análisis investiga entonces las estratégias utilizadas en cada uno de los juegos e incorpora las más favorables en cada juego posterior de manera que se pueda aplicar la óptima y así tratar de alcanzar la victoria. Las experiencias en el campo de la Simulación representan una valiosa herramienta susceptible de ser utilizada en el área de la *Enseñanza y Entrenamiento.*

Una aplicación muy prometedeora de la IA es la que se puede efectuar sobre la diagnosis y en particular

CUADRO 3

RESUMEN DE LOS POSIBLES MODELOS DE DECISION, PREDICCION Y RAZONAMIENTO

	GRAN CANTIDAD DE INFORMACION		***INFORMACION ESCASA***	
	ALTA FIABILIDAD	**BAJA FIABILIDAD**	**ALTA FIABILIDAD**	**BAJA FIABILIDAD**
DECISIONES RAPIDAS, PREDICCION Y RAZONAMIENTO A CORTO PLAZO	**Sistemas C^3 en guerra.** **Interpretación de Aviónica.**	**Avisos y Alertas.** **Estimación de la Situación.**	**Asignación de Armas.** **Detección de Fallos.** **Ayuda en Vuelo.**	**Análisis de Situación a bordo.** **Análisis de Penetración.**
DECISIONES LENTAS, PREDICCION Y RAZONAMIENTO A LARGO PLAZO	**Estudio de Objetivos.** **Generación de Ordenes de Operaciones.**	**Ordenes de Batalla estáticos.** **Fusión de Inteligencia.**	**Diagnosis.** **Navegación Terrestre Autónoma.**	**Simulación.** **Estrategias y Tácticas.**

sobre los *sistemas CAD (Computer Aided Designing), CAM (Computer Aided Manufacturing) y CAT (Computer Aided Testing),* destinadas al diseño, fabricación y comprobación asistidos por ordenador. Ellos representan en realidad el primer campo de aplicación válida de los sistemas expertos. Los sistemas CAT constituyen también un campo muy interesante para investigar y experimentar tecnologías de programación automática.

Existen en curso diversos programas y trabajos dirigidos al desarrollo de *Sistemas de Diagnosis,* entre los que se encuentran el AIMES de McDonnell Douglas y el de Honeywell/Grumman. El primero, que responde a las palabras inglesas Avionics Integrated Maintenance Expert System está destinado a detectar los fallos de conjuntos y subconjuntos del F-18. El segundo es un elemento inteligente de diagnóstico de averías del F-16, que en una primera fase será aplicado al mantenimiento en tierra de diversos componentes y en una segunda servirá para detectar y reconocer las averías que se puedan producir cuando el F-16 esté en el aire.

Subsistemas Inteligentes

Dentro de este campo de aplicación se encuentra un grupo de subsistemas, reunidos bajo el concepto general *Input-Output,* basados en dos aspectos de las actividades del Conocimiento del ser humano, la *Percepción* y el *Razonamiento.* La Percepción trata de reproducir las actividades sensitivas (visión, palabra) gracias al reconocimiento de formas y al análisis del lenguaje natural. El Razonamiento intenta reproducir las actividades de los especialistas sobre diversos temas, por lo que estos sistemas expertos pretenden deducir de las observaciones realizadas las causas del fenómeno estudiado, como sistemas de resolución de problemas concernientes al planeamiento y ejecución de cometidos que buscan un objetivo preciso.

El reconocimiento de formas, respecto a la interpretación de los datos obtenidos por un sensor, permite por ejemplo el tratamiento de una imagen infrarroja obtenida con una cámara térmica y extraer de la misma objetos en movimiento o del terreno que los rodea. Otro área de aplicación podría ser el reconocimiento automático de firmas radar, láser, electromagnéticas e incluso sónicas, es decir, la identificación del ingenio de que se trate a partir de la información bruta proporcionada por un sensor.

En el ámbito de la relación hombre-máquina, el reconocimiento de la palabra y el de la escritura desempeñarán un importante cometido, desarrollar sistemas útiles y verdaderos amigos del usuario. El análisis del lenguaje natural permitirá en el futuro una mutua "comprensión" hombre-ordenador, que facilitará el dictar órdenes verbales a los distintos ingenios o máquinas, incluso dentro del ruido natural del ambiente.

Hughes Aircraft investiga diversas áreas de estudio en su Centro de Inteligencia Artificial, situado en Calabasas, al oeste de Los Angeles. Allí se desarrollan varios programas que abarcan desde el diseño de un sistema de *visión* por ordenador, al *Lenguaje Natural* en su relación hombre-máquina y hasta obtener sistemas expertos que reproduzcan el *Conocimiento e Intuición* del ser humano para aplicarlos a un conjunto de ordenadores.

En el campo de los *Sensores Inteligentes,* son muchas las tecnologías actualmente estudiadas. La Agencia para la Investigación de Proyectos Avanzados de la Defensa, DARPA, de los Estados Unidos, antes citadas, investiga el empleo de sensores que permitan la sustitución del ser humano en el Reconocimiento de Imágenes, tanto en su obtención como en el tratamiento consiguiente. Combinando *Sensores Inteligentes* a partir de cámaras de TV en color, láser-radar y radar de visión lateral, SLAR/ASAR se pretende identificar zonas geográficas y detectar aquellos objetivos que se consideren de interés. Una vez obtenidas las imágenes son varios los proyectos en curso que permiten aplicar la IA/SBC al tratamiento de las mismas, como es el sistema inteligente de interpretación que actualmente investiga el Centro IA, ya mencionado de Hughes Aircraft.

Los Sensores Inteligentes hoy por hoy necesitarán utilizar un procesador inteligente conectado a sensores tradicionales, al menos en sus primeras fases de aplicación práctica en orden a poder comparar sus informaciones, por lo que ofrecen a la Industria Europea, en particular a la de imágenes un futuro prometedor.

Otro grupo de subsistemas inteligentes de gran interés se refiere a la *Fusión* de las informaciones y datos obtenidos de múltiples fuentes de información. Se trata de que partiendo de informaciones parciales y de diferentes orígenes acerca de un posible enemigo, reconstruir sus Ordenes de Batalla y posibles Líneas de Acción y por tanto deducir las verdaderas intenciones que le animan.

Dos son las vías que se abren en este sector: La *Fusión* antes citada, consistente en correlacionar informaciones de fuentes diversas (observadores, radar, emisiones electromagnéticas, imágenes, etc.) y obtenidas en momentos distintos a fin de obtener un resultado único y por otro lado la *Elaboración* de posibles Líneas de Acción enemigas, a partir de extrapolar dispositivos parciales conocidos, considerando su doctrina, medios y características del medio físico sobre el cual podría desarrollar sus acciones, bien terrestres, navales o aéreas.

Los sistemas expertos diseñados para este tipo de problemas nos permitirían reproducir las situaciones reales y por tanto simular nuestros procesos de decisión. Aplicaciones posteriores podrían ayudarnos en la definición de la respuesta más adecuada y la consiguiente elaboración de las directrices correspondientes, como por ejemplo pondría la selección de los itinerarios más convenientes para las unidades acorazadas o rutas de penetración de los aviones de ataque que ofrezcan un riesgo mínimo de detección.

La compañía estadounidense TRW está desarrollando el sistema BETA (Análisis del Campo de Batalla y Estudio de Objetivos), como prototipo de obtención y elaboración de toda la información de una amplia zona de combate de forma que se presente de manera completa y unitaria a los analistas de Inteligencia. En este mismo sector, Grumman Aerospace trabaja en el diseño de un sistema inteligente multisensor de *Fusión* que permita a los pilotos de combate disponer de una presentación "resumida y única" de la Inteligencia y amenazas que le afectan y de la decisión más razonable. De igual forma Westinghouse está investigando la *Fusión* de los datos más útiles procedentes de sensores múltiples, como respuesta a una de las especificaciones del nuevo helicóptero de ataque LHX del Ejército estadounidense.

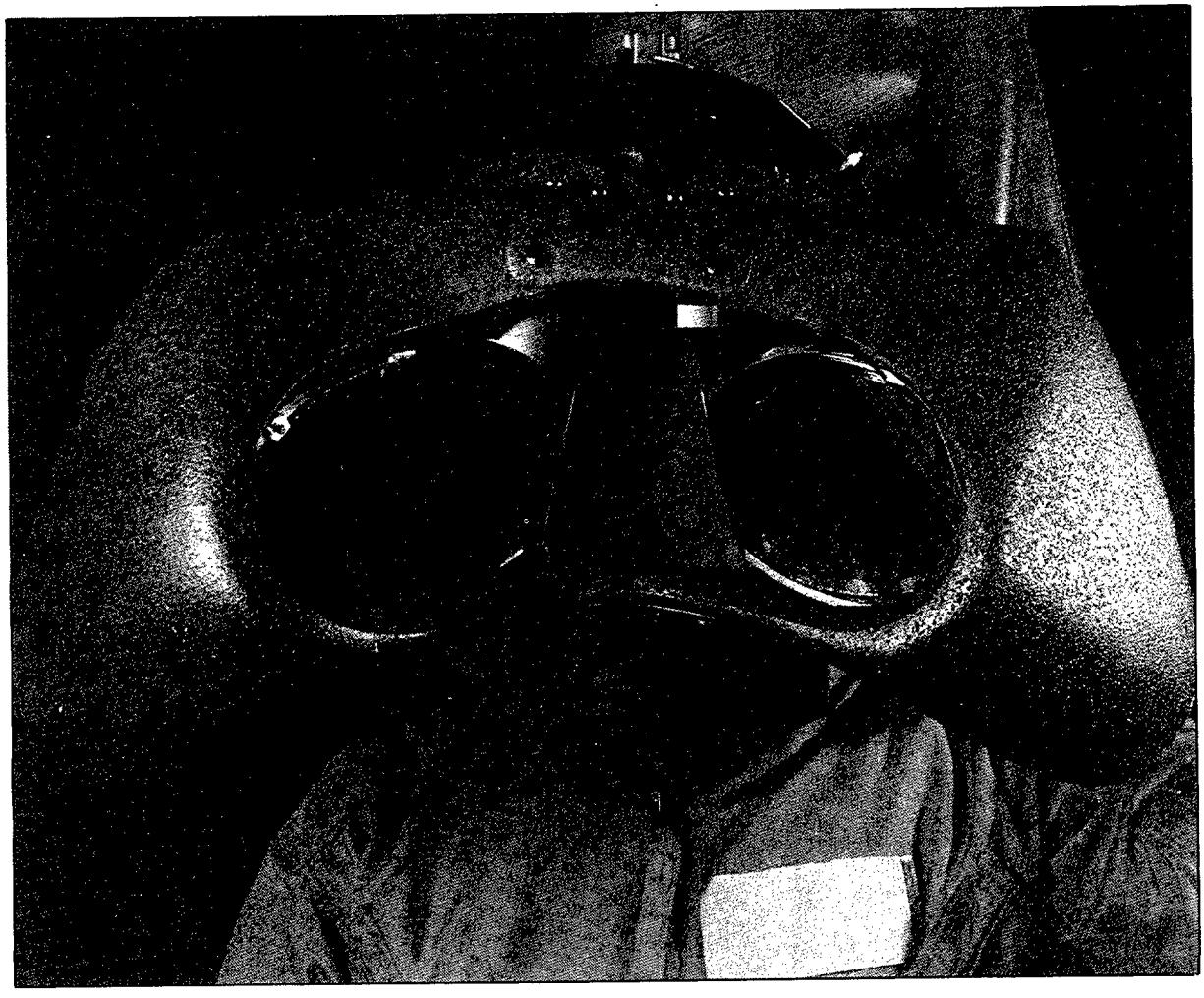
Por último hay que referirse a las posibilidades de la IA/SBC en lo que se ha venido en denominar *Diseño Rápido de Prototipos.* Ello se debe a los altos costes de Investigación y Desarrollo y largos periodos de tiempo necesarios, para pasar de la fase de concepción y diseño a la fase final de producción de los nuevos sistemas de armas o de apoyo. Los modernos sistemas basados en el software, bautizados como "sistemas vivientes" surgidos de rápidas mejoras y modernizaciones son los que pudieran abrir el camino a estos subsistemas de Diseño Rápido de Prototipos, pero que al parecer se encuentran todavía en una fase conceptual y con una remota aplicación práctica solamente a los sistemas C^3I. ■

La Inteligencia Artificial y el Avión de Combate

FRANCISCO JAVIER ILLANA SALAMANCA,
Comandante Ingeniero Aeronáutico

DE la Inteligencia Artificial se dice que es más fácil enseñar sus aplicaciones que explicar lo que es. Vamos a entrar en esa parte fácil y describir las áreas de aplicación referidas al avión de combate. En este caso la utilización de tecnologías que utilizan como base la Inteligencia Artificial (IA) se están dirigiendo casi exclusivamente hacia dos áreas concretas: la integración piloto/sistema de armas y la diagnosis de averías para mantenimiento.

En los sistemas de armas actuales los sensores del mismo generan una gran cantidad de datos que son presentados al piloto y obra en consecuencia dando las órdenes de mando necesarias para llevar a cabo la misión. El piloto actúa de esta forma como un elemento más de una cadena que recibe datos y da órdenes al sistema. El objetivo hacia el que se está dirigiendo la IA es proporcionar al piloto información en vez de datos, procesando éstos de forma similar a como lo haría un operador humano, para dejar a este concentrarse en su función más importante y genuina de comandante de la aeronave. Evidentemente en situaciones de combate aéreo, con la gran cantidad de datos, la velocidad de cambio de éstos y la velocidad de respuesta exigida hacen de este área uno de los más difíciles con que se enfrenta la IA.



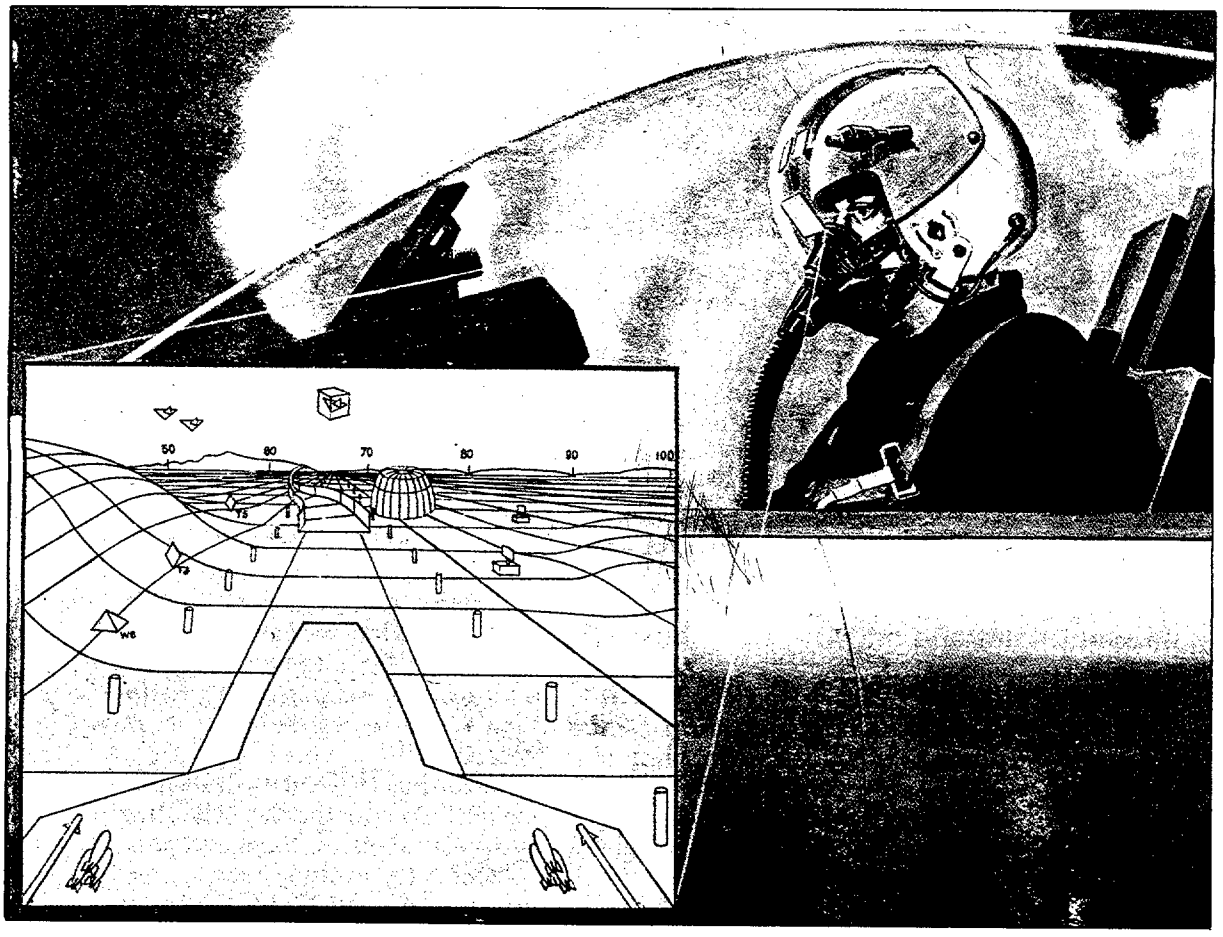


Imagen que contiene información procesada por un sistema experto y presentado al piloto a través de un dispositivo montado en el casco. El sistema presenta los blancos aviones propios, amenazas, rutas de penetración más adecuadas y principales irregularidades del terreno.

En relación con el mantenimiento las técnicas de IA se dirigen para controlar, en vuelo, el funcionamiento de los sistemas de la aeronave y conseguir tiempos pequeños de diagnosis de averías.

La primera de estas áreas de aplicación no entrará, totalmente, en funcionamiento, en la próxima generación de aviones. La segunda, sin embargo, ya se está aplicando. Sin entrar en consideraciones técnicas se va a describir las áreas de aplicación y cómo se utilizará la IA en el avión de combate.

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO MEDIO PARA AUMENTAR LA EFICACIA EN EL COMBATE

HEMOS indicado que se trata de transformar datos en información de un modo similar a como lo haría un operador humano. Las áreas (ver diagrama) sobre las que se está trabajando son:

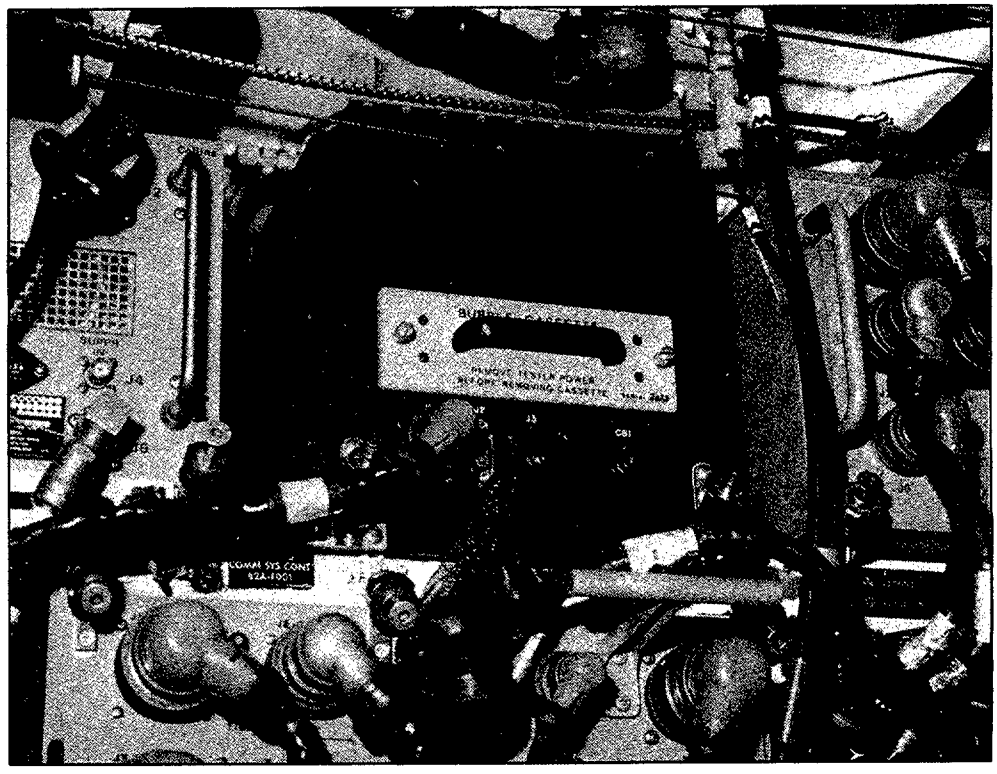
A) Evaluación de la situación exterior

Se trata de procesar datos relativos a entidades extrínsecas al sistema y que pueden afectar al desarrollo de la misión, como, por ejemplo, tipo de terreno sobre el que se mueve el avión, meteorología, blancos, amenazas, etc...

La función primaria que se busca es la detección de situaciones potencialmente peligrosas para la seguridad en vuelo. El sistema puede percatarse de la degradación de las condiciones de vuelo, por ejemplo la altitud sobre el terreno, y efectuar comparaciones continuas entre sus predicciones y las acciones del piloto que puede tomar acciones correctivas o ignorar al sistema (ya que será una relación flexible, pudiéndose variar la autoridad del sistema en función de los factores que se deseen, como por ejemplo, la experiencia del piloto). Por último el sistema podrá efectuar acciones correctivas si considera que la maniobra iniciada por el piloto va a sobrepasar unos mínimos establecidos.

B) Gestión de la situación táctica

En este caso se trata de optimizar los recursos disponibles (armamento, guerra electrónica, maniobras, evasivas, etc...) para recomendar una forma de actuación en función de unas tácticas predeterminadas. El sis-



Este es un proyecto de MCAIR denominado AMES (Avionics Integrated Maintenance Expert System) montado en un F/A-18 que utiliza inteligencia artificial para diagnosticar averías. El sistema está en fase inicial de desarrollo.

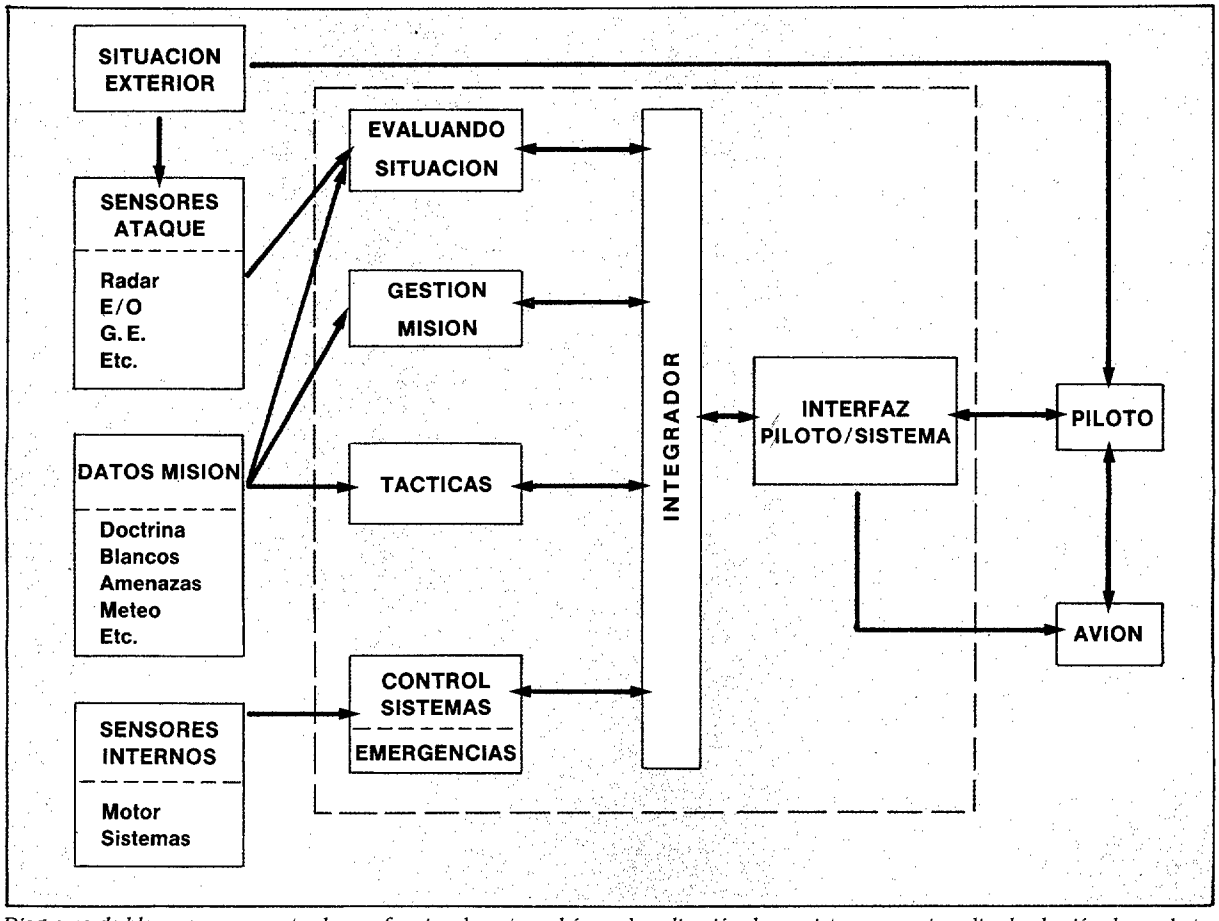
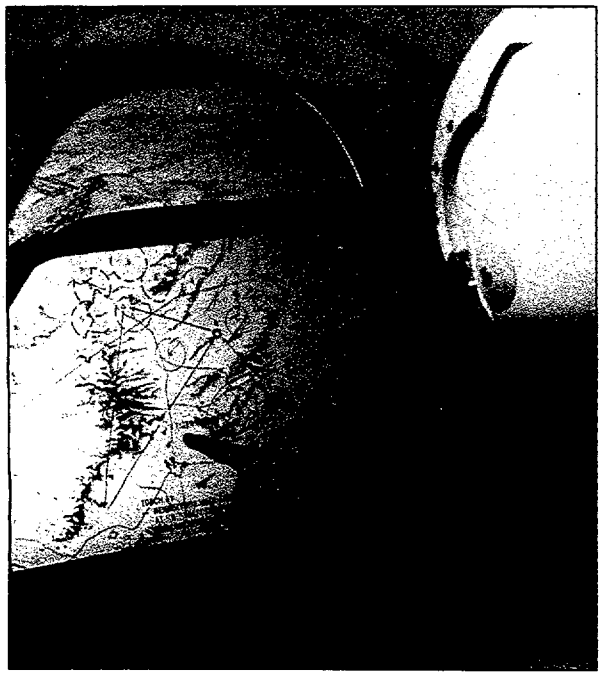
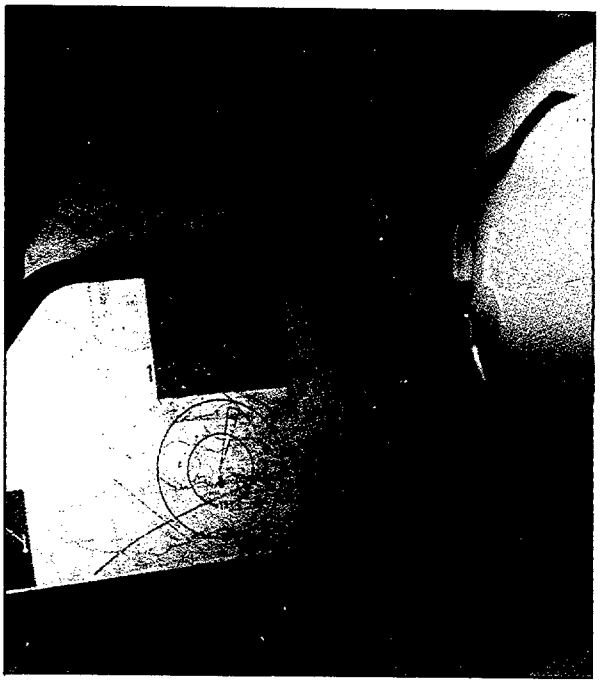


Diagrama de bloques que muestra lo que funcionalmente podría ser la aplicación de un sistema experto aplicado al avión de combate. En un sistema convencional se eliminaría el recuadro en línea discontinua.





Panel de instrumentos denominado "BIG PICTURE" de McDonnell Douglas. La pantalla tendrá la dimensión de una TV de unas 19 pulgadas y será interactiva.

tema tendrá almacenadas y clasificadas las amenazas y de acuerdo con la situación exterior recomendar la táctica más adecuada.

En el campo de la Guerra Electrónica las técnicas de IA se están enfocando hacia lo que se llama "Avisador de Amenaza Inteligente" capaz de correlacionar (sobre todo en ambientes densos) las señales que llegan con una amenaza determinada. Para ello se complementarán las técnicas actuales (paramétricas, medición de características de señales) con otras basadas en IA (unas señales bajo unas condiciones determinadas pertenecen a una amenaza) para resolver ambigüedades.

En una situación de combate aire/aire el sistema puede ir siguiendo la evolución de blancos y aviones propios, aconsejando la geometría de ataque que saque mayor rendimiento a la configuración del avión, e incluso efectuar dicha maniobra.

En misiones aire/superficie puede presentar las trayectorias de penetración que eviten concentraciones de amenaza y optimizar el empleo de las ECM.

C) **Gestión de la misión**

Con esta función se analizará continuamente la influencia de la situación actual con el planeamiento inicial de la misión. Inicialmente se habrá cargado el sistema con los parámetros de misión como puntos de referencia (way points), alturas, combustible, etc., el sistema comparará este plan inicial con la situación actual (cambios en la posición de la amenaza, condiciones meteorológicas, etc.) para proponer la utilización de nuevas rutas.

D) **Supervisión de los sistemas de abordo**

En este caso el sistema supervisará el funcionamiento de los equipos de la aeronave y analizará la incidencia que una degradación de un equipo (p.e. un sensor de ataque) tendrá en la misión para proponer procedimientos alternativos e incluso acciones que eviten una avería. Otro aspecto muy importante es el tratamiento de emergencias que trataremos más adelante.

En resumen lo que la utilización de un sistema basado en IA puede proporcionar al piloto es lo que empieza a llamarse "Tripulación fantasma" (copiloto, navegante, operador de armas, mecánico de vuelo) en las reducidas dimensiones de la cabina de un avión de combate.

UTILIZACION DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL TRATAMIENTO DE EMERGENCIAS

POR sus características (análisis de información, y toma de decisión inmediata) la resolución de una emergencia es un área muy adecuada para su tratamiento por técnicas IA. Además, los procedimientos de recuperación de emergencias son cada vez más complicados (el manual de vuelo del F-16 dedica más de 20 páginas al tratamiento del fallo del motor) y el seleccionar el procedimiento correcto para cada situación no es tarea sencilla y exige un grado de entrenamiento muy elevado.

Se trata de poner a punto un sistema que supervise el funcionamiento de todos los equipos de abordo para detectar situaciones potenciales que degraden la seguridad en vuelo y proponer acciones correctivas. La investigación se está dirigiendo hacia dos áreas concretas: fallo de motor y emergencias en el despegue.

El problema de fallo de motor es de gran importancia cuando se trata de aviones monomotores. En primer lugar se debe resolver si realmente se trata de un fallo de este tipo, se están diseñando sistemas que comparen posición de palanca y empuje disponible. Para, a continuación, efectuar una diagnosis de la anomalía y, en función de las condiciones de vuelo (despegue, altura sobre el terreno, velocidad, etc...) proponer acciones a tomar.

Para el tratamiento de las emergencias durante el despegue hay que considerar las condiciones bajo las que está teniendo lugar este (peso y centrado, velocidad, recorrido efectuado, longitud pista, energía de frenada necesaria, etc...) lo que obliga a actualizar ciertos datos (como los meteorológicos) antes del despegue.

El tratamiento de emergencias es complicado a causa de los efectos en cascada que estas producen y obligan a considerar todo un árbol de emergencias para llegar a predecir el estado final del sistema y obrar en consecuencia. A veces esto no es posible y será necesario considerar varios estados potenciales del sistema, debiéndose optimizar el problema y llegar a soluciones de compromiso.

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ARMAS

COMO es sabido gran parte del tiempo de inmovilización de un equipo de abordo (módulo, caja negra), cuando se extrae del avión por fallo, se dedica al análisis y aislamiento de la avería.

A largo plazo se trata de poner a punto un sistema que sea capaz de controlar el funcionamiento del sistema en vuelo, interrogando a este cuando detecte una anomalía. Con ello se conseguirían dos objetivos: tener prácticamente aislada la avería cuando el avión llegue a su base y diagnosticar aquellas averías que ocurren en vuelo pero que después es imposible duplicar en tierra.

Un sistema de mantenimiento basado en técnicas de IA funciona actualmente en el bombardeo de la Rockwell B-1B. Este avión dispone de un sistema centralizado que controla el funcionamiento de 752 módulos de aviónica, midiendo unas 10.000 señales eléctricas por segundo. Después del vuelo estos datos permiten una rápida diagnosis de la avería. El sistema tiene capacidad de auto aprendizaje, es decir, averías complejas y recurrentes pueden ser automáticamente diagnosticadas. Por ejemplo si durante cinco veces consecutivas se ha efectuado una determinada acción de mantenimiento (apretar un conector, cambiar un componente, etc...) para resolver una avería, cuando ocurra por sexta vez el sistema indicará automáticamente al equipo de mantenimiento lo que debe hacer.

Se crea así en el sistema un archivo acciones de mantenimiento/avería que actuará de forma semejante a un experto operador humano, el cual, antes de efectuar ninguna prueba, su experiencia le indica el camino a seguir.

MODOS DE COMUNICACION PILOTO/SISTEMA

LLAMAMOS interfaz piloto/sistema al medio utilizado para que el sistema presente la información al piloto y reciba de éste las órdenes de mando. Para definir un interfaz en un sistema que utilice IA se parte de dos condicionantes; el primero, es la propia naturaleza de la IA (manejando información y no datos dis-

CUADRO
ACTIVIDADES DE I.A. EN EL AVION DE COMBATE

PRACTICAMENTE todas las organizaciones que trabajan en el campo del avión de combate están desarrollando programas de investigación enfocados a la utilización de la Inteligencia Artificial. Los que más han trascendido a la prensa especializada son:

— DARPA (Defense Advanced Proyects Agency) está desarrollando el proyecto "Pilots Associate" que explorará la utilización de la I.A. para mejorar la eficacia de los sistemas de armas. Estará finalizado en los 90.

— El programa ESPA (Expert System Pilot Aid) de la USAF se utilizará para explorar la utilización de la IA a una cabina avanzada.

— EPES (Emergence, Procedores Expert System) de USAF/TEXAS Instrument dedicado a resolver situaciones de emergencia en el F-16.

— McDonnell Aircraft está trabajando en varios sistemas con IA, entre ellos el ATEMS (Airborne Threat Engagement Management System), ISAAC (Inteligent Sensor Allocation and veing), FAAMS (Fault Analisy and Management System), TEAS (Threat Export Analisys System), etc.

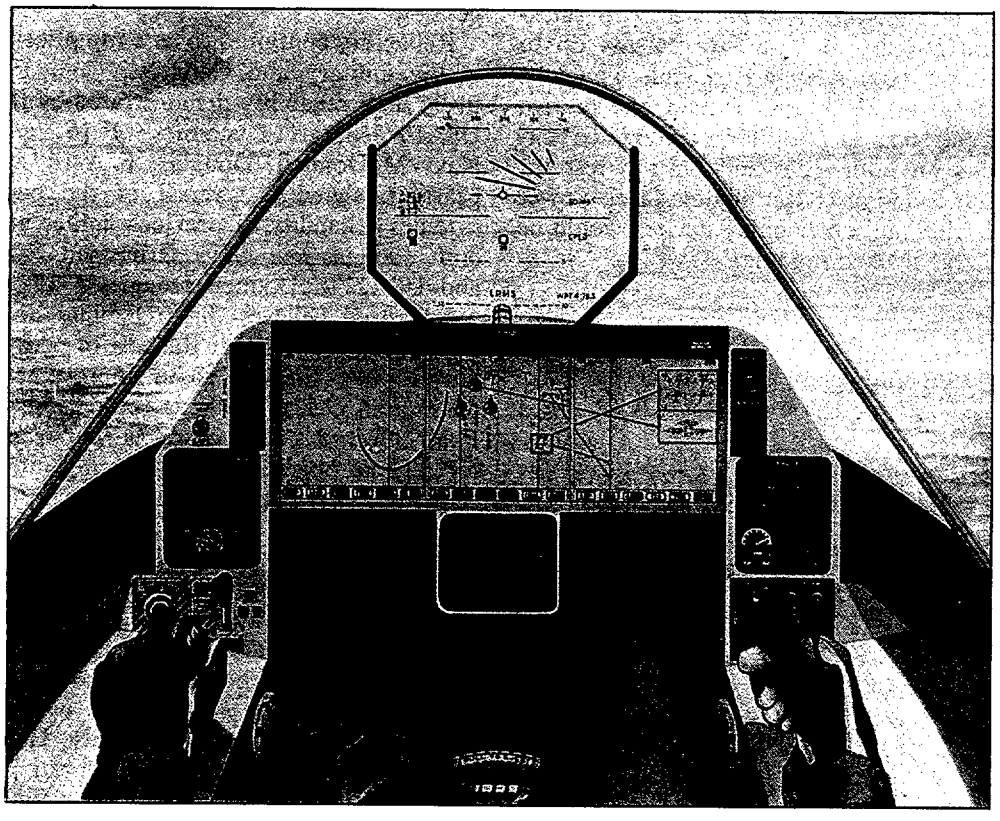
— GRUMMAN con su programa TOPCAT, sobre aplicación de la IA en combate A/A. SBIT (Smart Built - in -test), ALERT (algorithmic, learning evaluation and recognition Technique) para el desarrollo de algoritmos de aplicaciones especiales como reconocimiento de voz.

Los sistemas de interfaz piloto/avión/sistema experto serán esenciales. Este es el VCASS (Visually Coupled Airborne System Simulator) que presentará información de vuelo. El piloto se comunicará bien por voz o apuntando visualmente.

cretos), resultando difícil la utilización de interfaces clásicas: interruptores y botones. El segundo es que la velocidad de transmisión es elevada. El interfaz será el elemento de unión del sistema con el piloto, eslabón final de una cadena, y la bondad del conjunto dependerá en buena medida de este eslabón.

Para la presentación de la información se está trabajando en tubos de rayos catódicos de alta resolución, pantallas de cristal líquido de gran tamaño, pantallas de plasma, y dispositivos de presentación en el casco del piloto.

Para la transmisión de órdenes se está investigando principalmente, el uso de pantallas sensibles al tacto y la voz del piloto (todavía está un poco lejos la utilización directa de la mente del piloto, que sería el interfaz ideal para la IA). Los diferentes tipos de pantallas están ya siendo comercializados y se espera que entrará en servicio en la próxima generación. En relación con los sistemas de órdenes por voz del piloto están todavía en fase inicial de desarrollo. Se espera que a finales de la década se disponga de sistemas capaces de reconocer un vocabulario de 1.000 palabras y que a mitad de los 90 se llegue a 10.000. El problema no consiste tanto en capacidad de memoria sino en la habilidad del sistema para diferenciar unas palabras de otras en las diferentes condiciones de vuelo. Una palabra será pronunciada de forma distinta en vuelo recto y nivelado a cuando el avión esté ciñiendo 6 G's.



Pantalla de cristal líquido propuesta por LOCKHEED. El dibujo lo muestra en un combate Aire/Aire aunque puede ser rápidamente reconfigurando para otra misión.

CONSIDERACIONES FINALES

LA aplicación directa de las técnicas de IA al avión de combate no tendrá lugar (excepto las ya indicadas de mantenimiento) hasta, probablemente, el año 2000. Tecnológicamente la meta es alcanzable, sin embargo existen algunas consideraciones que, en el caso que nos ocupa, es necesario destacar.

— El modelado del comportamiento humano no es sencillo. No todos los pilotos interpretarían un conjunto de datos de la misma forma, además parte del proceso puede ser inconsciente y se tiene que seleccionar el óptimo. El conjunto de estos hechos obliga a simular las diversas alternativas por lo que el desarrollo de sistemas de simulación adecuados es esencial.

— Se debe considerar las implicaciones sicológicas de estos sistemas. Para que el sistema tenga éxito el elemento humano que lo maneje debe tener confianza en él. Esto nos lleva a tener en cuenta los modos y forma de degradación del sistema.

— La influencia de estos sistemas en las tácticas de empleo de los sistemas de armas, será otro factor a tener en cuenta. Consideramos por ejemplo la posibilidad de que el punto de una formación sea un avión con un tripulante no humano, el jefe podría utilizarlo para aquellas situaciones que lo estime conveniente.

— Un sistema que utilice inteligencia artificial absorberá la experiencia humana en el manejo del mismo. Una vez que el sistema haya alcanzado su madurez, un operador humano sin experiencia podría utilizarlo rápidamente con eficacia.

El futuro de la aplicación de la Inteligencia Artificial al avión de combate es prometedor, la tecnología está disponible, sólo es cuestión de tiempos y recursos. ■

Inteligencia Artificial en Medicina: aplicaciones en Sanidad Militar

JULIO MEZQUITA ARRONIZ,
General Médico del Aire, Director del Hospital del Aire
VICENTE NAVARRO RUIZ,
Teniente Coronel Médico del Aire, Jefe del Servicio de Cardiología del Hospital del Aire
JOSE M. DE LA RIVA GRANDAL,
Teniente de Aviación, Ingeniero S. Telecomunicación

INTRODUCCION

"La vida escapa de las manos del biólogo para pasar a las del físico". A. DAVID, 1964.

EL acelerado crecimiento del conocimiento médico y su tremendo volumen ha hecho necesario la especialización en las ciencias médicas. Aún así los especialistas médicos están a menudo abrumados por la cantidad de artículos y libros que deben leer para mantener su posición de vanguardia, y al no poder asimilar toda la información relevante para un buen cuidado del paciente, se sienten fracasados.

El ordenador digital es un dispositivo que puede paliar esta explosión de información médica, asistiendo al profesional médico en su trabajo diario y particularmente en la toma de decisiones médicas. Las dos técnicas que se han utilizado para abordar el problema del diagnóstico médico automático son la Estadística y la Heurística.

Durante más de una década, estadísticos, clínicos y otros, han estado diseñando programas de ordenador en el campo del diagnóstico médico. Se han probado muchas técnicas matemáticas y algorítmicas, pero ninguna de ellas ha sido totalmente satisfactoria.

En los últimos años, la tecnología de la Inteligencia Artificial a través de los Sistemas Expertos está consiguiendo mejores resultados en el área del diagnóstico médico automático. Estos Sistemas Basados en el Conocimiento, se fundan en técnicas heurísticas y su nivel alcanzado ha sido bueno, pero su progresión en Medicina es lenta. Su énfasis está en la explotación de una variedad de tipos de conocimiento para la toma de decisión médica. La capacidad para acumular grandes bases de conocimiento ha conducido al desarrollo de algunos grandes sistemas expertos, cuyos rangos de habilidades están muy lejos de los sistemas algorítmicos convencionales (ver tabla).

La Sanidad Militar, posee una personalidad propia por su fines y medios que la distinguen claramente de la Medicina de ámbito civil. Sin precisar aquí las características diferenciales de cada uno de los Cuerpos de Sanidad Militar, sí hay que reseñar, entre otros, algunos de sus problemas comunes:

— La toma de decisiones médicas, muchas veces urgentes y de carácter vital, en zonas alejadas, por el despliegue, de unidades suficientemente dotadas.

Decisiones que en la mayoría de las veces, deben de ser realizadas por Personal Sanitario no especializado.

— La necesidad de una formación continuada y reciclaje del Personal Sanitario Militar, supone desplazamientos temporales del mismo a las unidades capacitadas para este fin, con los inconvenientes de absentismo y carga económica que esto representa.

— La introducción del ordenador como herramienta cada vez más familiar, a pesar de los recelos lógicos en la Sanidad Militar, ha supuesto, hasta ahora, una mejora y potenciación de las tareas de gestión y proceso de datos clínicos. La llegada de la I.A. en forma de Sistemas Expertos aplicados a la Medicina puede suponer una auténtica revolución al dar respuesta entre otros a los problemas enunciados.

LA TOMA DE DECISIONES MEDICAS

LAS tres partes principales de la toma de decisión médica son: la recogida de datos médicos, el diagnóstico médico y el tratamiento (figura 1).

La recogida de datos consiste en obtener los datos del paciente de su historia, de la exploración clínica y de exámenes complementarios (Radiología, Laboratorio, Electrocardiografía, etc.). Los datos clínicos incluyen

los síntomas y signos. Los primeros son sensaciones subjetivas que refiere el paciente. Los segundos son objetivos y son observados por el médico durante el curso de un examen. Los exámenes complementarios, aportan resultados de pruebas específicas para la detección de estados patológicos. Con esta estructura de datos el médico elabora hipótesis de trabajo tal como los diagnósticos, pronósticos y tratamientos aplicables al paciente.

Se denomina Diagnóstico al proceso que usando esos datos determina la enfermedad. Sin embargo hay casos en que no se puede alcanzar un diagnóstico concreto, sino situaciones intermedias, tales como síndromes, estados patofisiológicos y clínicos, etc.

El tratamiento recomendado depende del diagnóstico. Cuando existen varios tratamientos, éstos estarán interrelacionados en términos de aplicabilidad y factores de riesgo/beneficio tales como efectividad, terapéutica, toxicidad, posibilidad de interacciones indeseables y otras limitaciones.

Las tres tareas de la toma de decisión médica no son independientes. La hipótesis de la enfermedad se usa para dirigir la búsqueda de la recogida de datos. El tratamiento es recomendado en función del diagnóstico y suele solicitar una información de datos. La consulta clínica es el conjunto de recogida de datos, el diagnóstico de la enfermedad y el tratamiento recomendado.

Los Sistemas Expertos en un área concreta de las ciencias médicas están estructuradas de este modo y tratan de trabajar como lo hace el médico, sin embargo existen aspectos de la consulta médica, tal como el examen físico, que no pueden llevarlo a cabo. Los médicos obtienen mucha información del aspecto o apariencia general del paciente, expresión facial, palpación, ascultación, etc., actos que el ordenador no puede realizar. Tampoco el ordenador actual puede hablar con el paciente para obtener información, o explicarle la terapéutica a seguir. Es decir, el ordenador es incapaz de lograr esa relación especial que se dá entre el médico y el paciente, siempre muy importante para obtener el fin deseado: la Salud del paciente.

DIAGNOSTICO MEDICO ESTADISTICO ASISTIDO POR ORDENADOR

EL uso de los ordenadores en el diagnóstico médico comenzó en los años 60, mediante la aplicación de programas estadísticos. Estos programas no hacían un gran énfasis en los modelos de razonamiento clínico, sino que normalmente asignaban estructuras a un dominio, usando técnicas estadísticas.

Aceptaban un conjunto de síntomas, signos y resultados de las exploraciones clínicas y mediante métodos tales como reconocimiento de patrones a través de funciones discriminantes, teoría bayesiana de toma de decisiones y técnica de árbol de toma de decisiones, seleccionaban una determinada enfermedad. Los programas más complejos utilizaban técnicas de diagnóstico secuencial. Ello implica que cuando no hay suficiente información para hacer un diagnóstico fiable, se solicita la realización de nuevo análisis que proporcionen más datos. La estrategia que se sigue para seleccionar la mejor prueba se basa en tres factores:

Costos de la prueba, peligrosidad para el paciente y cantidad de información útil que la prueba puede suministrar.

Más tarde, durante los años 70, estos sistemas de diagnóstico médico asistido por ordenador se hicieron populares dentro de la comunidad científica médica. En 1979, Roger y colaboradores publicaron una tabla con 58 sistemas de práctica médica asistida por ordenador (ver cuadro). Según esta tabla, el mayor número de programas de diagnóstico médico automático se concentran en los sistemas Endocrino, Digestivo y Desórdenes Mentales.

Desafortunadamente, estos programas estadísticos se mostraron limitados como herramientas de ayuda en la toma de decisiones médicas. Esta falta de adhesión de la comunidad médica hacia los programas de diagnóstico médico automatizado fueron detectados en 1977 por Friedman y Gustafson, los cuales encontraron en una revisión de la literatura científica sólo un puñado de estos sistemas informáticos que estaban actuando en centros de salud de un modo regular.

El error partía, de que los métodos matemáticos utilizados, se basaban en suponer que el paciente tenía una sola enfermedad y que los datos suministrados no eran erróneos, asumiendo la independencia y mutua exclusividad de varios estados de la enfermedad, aspecto que carecía de justificación. Además, eran necesarias muchas probabilidades previas o anteriores y condicionales, necesarias para un análisis completo.

Durante la década de los años 70 se hicieron grandes esfuerzos por aplicar la técnica de la Inteligencia Artificial a la problemática del diagnóstico médico. De nuevo aparecieron los problemos debidos al conocimiento inexacto del estado de salud final. Se asumía el estado final en el paciente sano, si se conocía exactamente el estado inicial de su enfermedad. A partir de aquí se determinaba su tratamiento, aplicando al estado inicial operadores de cambio de estado, como pueden ser fármacos, acciones terapéuticas, procedimientos quirúrgicos. Todo se reduciría a un problema de búsqueda del camino entre el estado inicial y el final.

Esta técnica adolece de dos problemas fundamentales. Primero, el estado inicial de la enfermedad del paciente no suele ser conocido con certeza. Segundo, la aplicación de un operador, esto es un tratamiento, no garantiza la salud del paciente.

Ello motivó aún más la búsqueda de métodos que permitieran ejecutar razonamientos aceptables en base a conocimientos imprecisos.

DIAGNOSTICO MEDICO HEURISTICO ASISTIDO CON ORDENADOR

> *"Por muy potente que sea el sistema lógico, siempre existirá la posibilidad de plantear proposiciones o enunciados que ni pueden ser probados ni pueden se refutados dentro del propio sistema".* K. GODEL, 1931.

LA resolución de problemas es el corazón de la Inteligencia Artificial. Se citan normalmente dos procedimientos universales de resolución de problemas: los algorítmicos y los heurísticos. En un sentido amplio, los algoritmos son procedimientos claramente definidos que garantizan la solución de un problema; la

heurística es el conjunto de reglas empíricas o estratégicas que permiten encontrar la solución a un problema. La complejidad de algunos procedimientos de resolución de problemas hacen que la solución algorítmicas sea impracticable en algunos casos.

Pasado de la Inteligencia Artificial en Medicina

Uno de los primeros programas heurísticos fue el "Logic Theorist", desarrollado por Newell y Simon en 1956. Este programa trabajaba a partir del teorema a probar y va razonando hacia atrás otros axiomas y otros teoremas del supuesto inicial.

Muchas de las ideas básicas del "Logic Theorist" fueron desarrolladas posteriormente por Mewell Show y Simon en 1957, con la realización del G.P.S. (Solucionador General de Problemas). Este programa intentaba establecer un modelo general de resolución de problemas mediante técnicas heurísticas y utilizando técnicas de análisis de intención final.

Una de las críticas es que los desarrollos en I.A. nunca alcanzarían a mucha gente. Un ejemplo bien conocido de críticas en este sentido es el informe Lighthill, publicado en 1973 por el S.R.C. (Consejo de Investigación Científica del Reino Unido). En dicho informe se argumentaba que la investigación sobre inteligencia artificial era excesivamente cara y no se divisaban posibilidades a corto plazo de comercializadores y rentabilidad económica.

La I.A. también a menudo es criticada por la razón opuesta: Puede alcanzar todas las cosas y ser peligrosa, desmesurada y espantosa.

¿Qué ha alcanzado la I.A. en Medicina en la última década?

1. Han sido desarrollados diversos métodos por la incorporación de estructuras de conocimientos y mecanismos de interface.

2. Estos métodos han sido aplicados a una variedad de problemas clínicos y ha sido valorada su precisión en la práctica clínica con buenos resultados.

TABLA

EVALUACION CUANTITATIVA DE ALGUNOS SISTEMAS EXPERTOS DE MEDICINA

SISTEMA EXPERTO	*LUGAR*	*EVALUACION*	*RESULTADOS*
MYCIN	Universidad Stanford	— Mediante expertos.	55% - 80%
INTERNIST	Universidad Pittsburgh	— Modo informal con casos de rutina.	Modestos
		— Modo preciso con casos serios.	18% - 20%
CASNET	Universidad Rutgers	— Mediante expertos.	18% - 20%
PUFF	Universidad Stanford	— Mediante expertos.	90%
PSYCO	Universidad Sheffield	— Mediante objetivos precisos, comparado con un sistema informático basado en Bayes.	90%
LEUKAEMIA	Imperial Cancer Research Fund	— Mediante expertos.	93%

3. Se han construido herramientas generales, independientes del dominio, para la construcción de sistemas expertos, habiendo sido evaluadas en la práctica.

De todo ello quizás el resultado más importante de este trabajo es que hoy entendemos mejor las estructuras del conocimiento médico y la capacidad para almacenar y procesar inteligentemente el conocimiento en un rango mucho más amplio que el existente en la década anterior.

El presente de la Inteligencia Artificial en Medicina

A pesar de los avances en el pasado de la I.A. en Medicina, esta tecnología tiene hoy en día muy poco impacto en las Ciencias de la Salud. Las razones probablemente son las siguientes:

1. Los métodos existentes para máquinas de almacenamiento y procesamiento de I.A. conllevan importantes limitaciones. Por ejemplo, la información anatómica ha sido difícilmente tratada para la relación espacial que la caracteriza.

2. El procesamiento del conocimiento, usando técnicas de I.A., no ha alcanzado un costo interesante. El desarrollo de sistemas de I.A., a menudo lleva años de investigación e involucra a equipos multidisciplinarios de médicos e ingenieros del conocimiento. Se ha valorado, que el desarrollo de un Sistema Experto requería 5 hombres/año.

3. Ha habido hasta la fecha una falta de demanda de los médicos para los servicios que ofrece la I.A. Esto refleja en parte el hecho de que los médicos no están convencidos que sean útiles y baratos, así como el que predomine su tradicional conservadurismo médico-enfermo en la relación directa y especial.

Curiosamente, los sistemas informáticos en Medicina fracasaban en aquellas áreas en las que era necesaria la interacción entre el médico y el terminal de ordenador. Sólo eran aceptados aquellos programas que se encargaban de la adquisición y proceso de los datos que el médico consideraba rutinarios y faltos de inteligencia. Sin embargo no sólo la posible pérdida de protagonismo en el proceso médico es la única causa del aparente fracaso de los sistemas basados en el conocimiento, sino también existen otras múltiples factores que las podemos clasificar en psicológicas, interactivos y pedagógicas.

Factores psicológicos

1. Probablemente es un error esperar que el médico se adapte rápidamente a los cambios impuestos por el sistema informático.
2. Un sistema informático será más aceptado si permite al médico realizar tareas, que éste ya estaba dispuesto previamente a hacerlas de forma manual.
3. Es importante evitar la introducción prematura de un sistema mientras el mismo aún se haye en un estadio experimental.

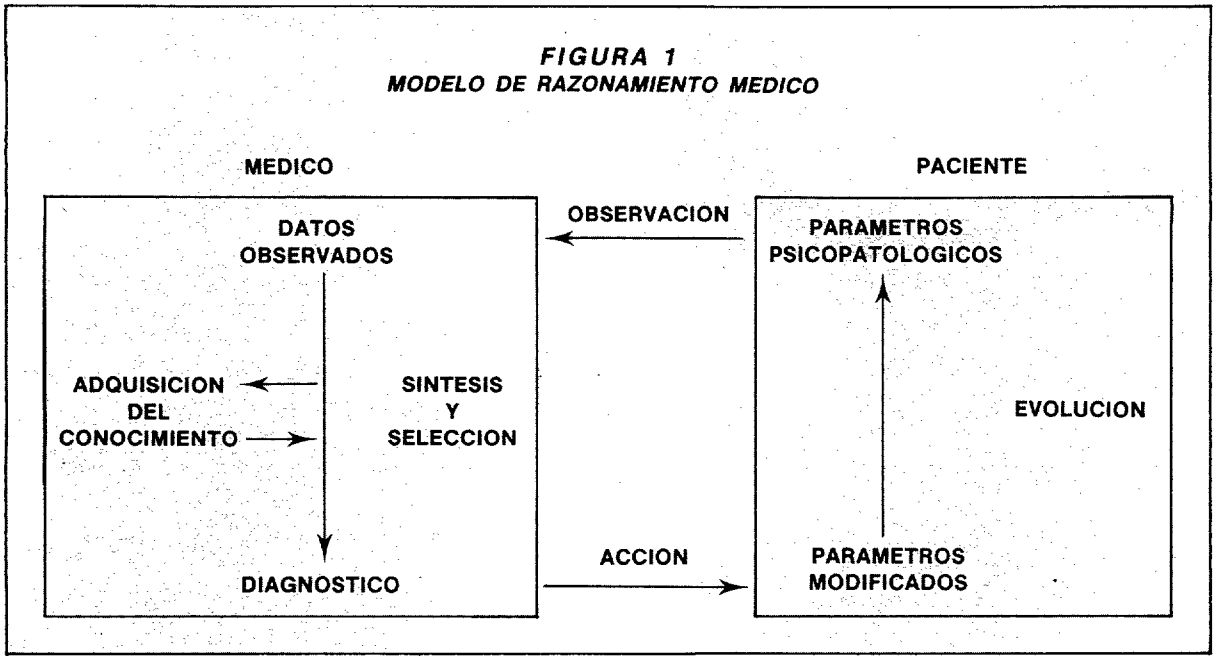


FIGURA 1
MODELO DE RAZONAMIENTO MEDICO

Factores interactivos

Está claro que el mejor sistema informático eventualmente falla si el proceso de comunicación hombre-máquina es arduo, frustrante o complicado. Algún día la interacción médico-ordenador incorporará la comunicación por voz. Por lo tanto se deberá cuidar: la mecánica de la interacción, la simplicidad de los display, los tiempos de respuesta y la autodocumentación. Todo ello esencial para el éxito de la implantación del sistema informático médico.

Factores pedagógicos

La captura de conocimientos y datos junto con el sistema informático para usarlo de una manera consistente y coherente son consideraciones que tradicionalmente han recibido mucha atención.

Los médicos suelen exigir que los sistemas basados en el conocimiento estén dotados de instrumentos educacionales que puedan proporcionar explicación o que tengan capacidad de justificación. También es importante que tales explicaciones se expresen en términos que sean fácilmente comprensibles para el médico. Sin embargo, no es práctico que el sistema informático de consulta, explique cada paso o hecho de razonamiento.

La facilidad para solicitar explicaciones requiere que el programa pueda entender las preguntas que el usuario le formule en formato libre. Por lo tanto es razonable pensar que el sistema debe estar dotado de una interface donde las cuestiones puedan ser entendidas por el sistema y que este emita la respuesta apropiada.

Es inevitable que los programas de consulta al tratar con problemas clínicos complejos puedan ocasionalmente producir algún error o mantener lagunas de conocimiento. Se requiere para solucionar estos problemas que la representación del conocimiento sea flexible y que el sistema disponga de métodos poderosos para poder resolver estas dificultades.

El futuro de la Inteligencia Artificial en Medicina

¿Qué podemos esperar en el futuro? Se apagará la I.A. en Medicina, se superará la situación actual y se elevará a nueva cota de utilidad y éxito? Estas preguntas pueden ser dirigidas desde dos perspectivas: 1) Por observación de la tendencia conocida actual. 2) Por el examen de los efectos que los nuevos progresos pueden suponer para la I.A. médica.

Dada la primera de esas perspectivas, alguna de esas tendencias están generalmente consideradas como negativas (la pérdida de investigadores académicos en I.A. por su traslado al sector industrial).

Sin embargo, hay factores que pueden influir positivamente, tales como:

1. La mayor disponibilidad de Hardware y caída del coste del soporte físico capaz de soportar aplicacio-

nes de I.A. También, el desarrollo de Hardware de propósito especial, específicamente diseñado para trabajar en I.A., tal como máquinas Lisp o Prolog y sobre todo, el proyecto japonés de la Quinta Generación de ordenadores.

2. Trabajo continuado en la investigación de ciencias básicas en I.A., incluyendo investigación de métodos de procesamiento en un amplio rango del conocimiento médico (espacial, temporal, causa-efecto, etc.).

3. Valoración continuada de los sistemas de I.A. en centros clínicos, descubrir sus debilidades y de este modo motivar más investigación básica.

4. Tendencias sociales, tales como la mejora de la actitud de los médicos hacia los sistemas médicos, más familiaridad con los computadores entre los médicos jóvenes y educación de la computación biomédica en las Facultades de Medicina.

5. Mejora de los costes efectivos, no solamente debido a la caída de los precios del Soporte Físico, sino también a la aparición de sistemas de basados en el conocimiento.

El Soporte Lógico, independiente del área de conocimiento, es un coste efectivo porque puede ser reutilizado en otros sistemas expertos médicos. En suma, algunos sistemas independientes del dominio están invariablemente diseñados para el uso directo de médicos, más que requerir un programador como intermediario. En dicho contexto el esfuerzo mínimo de cinco años/hombre sugerido por otros autores puede ser mejorado en un orden de magnitud.

6. La rápida difusión de la tecnología del proceso del conocimiento en aplicaciones no médicas. En el pasado, la I.A. en Medicina ha sido la vanguardia de la investigación de la I.A. en sistemas basados en el conocimiento. Recientemente ha sido desplazado apreciablemente hacia áreas de aplicación no médicas, tales como la industria, la defensa y las fianzas.

Esto requerirá significativos avances tecnológicos, como por ejemplo, los gráficos y las imágenes deberán ser integradas en los Periféricos de Salida; y las pantallas táctiles, ratones y procesadores de voz y visión incorporadas en los Periféricos de Entrada de los sistemas informáticos.

Por eso, salvo contratiempos imprevistos, la tendencia actual anticipa un saludable e importante incremento futuro para la tecnología, basada en el conocimiento con aplicación en Medicina. Además, ciertos hechos futuros pueden tener efectos pronunciados en este campo. Veamos algunos ejemplos:

1. Una fundamental ruptura conceptual en la tecnología de la I.A.
2. Aparición de una especialidad médica enfocada a la informática médica que suponga una mejora cualitativa del médico en la tecnología basada en el conocimiento.
3. Inclusión en la factura del paciente del coste correspondiente por el uso de sistemas de I.A. (esto se hará si por supuesto se demuestra que la tecnología de la I.A. mejora la calidad y/o disminuye el coste de los cuidados médicos).
4. Desarrollo de un lenguaje de I.A. potente, entendible por el ordenador y por el médico para la representación del conocimiento médico, y de la Informática Médica en general.

CUADRO

TIPOS DE ENFERMEDADES	***NUMERO DE ARTICULO***
Endocrinas, nutricionales y metabólicas	**13**
Sangre y órganos que intervienen en la formación de la sangre	**2**
Desórdenes mentales	**10**
Sistema nervioso y órganos sensoriales	**1**
Sistema circulatorio	**5**
Sistema respiratorio	**2**
Sistema digestivo	**12**
Sistema genitourinario	**2**
Obstetricia y Neonatología	**1**
Piel y subcutáneas	**3**
Sistema muscular, sistema esquelético, tejidos	**1**
Síntomas diversos	**4**
Accidentes, envenenamientos, violencia	**2**
TOTAL	***58***

INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SANIDAD MILITAR

EN el momento actual la Informática de la Sanidad Militar no cuenta con los medios necesarios para realizar las dos variedades de Informática Sanitaria habituales hoy en día: Informática de Gestión e Informática Médica. Estas funciones sólo se realizan de forma aislada en algunas unidades de la Sanidad Militar Española (Hospital del Aire, Hospital Gómez Ulla, Hospital Naval del Mediterráneo, Hospital Naval del Estrecho, Hospital Militar de Sevilla). Existe ya en marcha un amplio Plan de Informática Hospitalaria que unirá los más importantes hospitales militares de nuestra patria y en el que el Hospital del Aire será nudo de primera magnitud. Esta nueva circunstancia permitirá mejorar nuestra logística médico-militar.

Sin embargo, la Sanidad Militar puede ser una gran beneficiaria de la revolución tecnológica producida por la I.A. en forma de Sistemas Basados en el Conocimiento. Quizás no esté lejos el día en que con simples soportes de discos de escaso coste, podamos enviar desde nuestras Unidades Sanitarias Centrales programas a las Unidades Periféricas, fácilmente legibles en ordenadores personales, para el Personal Sanitario allí destinado, el cual, aunque no sea un experto en ciertos temas médicos, ante una decisión urgente, se vea asistido por el ordenador. El diagnóstico y en su caso el tratamiento conseguido con estos sistemas, supliría la presencia, siempre escasa de especialistas, acelerarían la actuación médica y evitaría muchas inútiles y costosas evacuaciones.

La instrucción y reciclaje del Personal Sanitario Militar es otro de los objetivos de aplicación, en función de disminuir el absentismo temporal en los destinos y evitar el coste de desplazamiento, dietas, etc.

Los complejos problemas logísticos que plantean los despliegues de las grandes unidades de los ejércitos relativos a su Sanidad, podrían en el futuro ser más fácilmente solucionados, mediante programas de I.A. que ayuden a la Toma de Decisión por el Mando.

La Sanidad del Ejército del Aire no es ajena a esta auténtica revolución científica. Comprendiendo que nuestra principal misión es el mantenimiento operativo de nuestro personal, está en proyecto un prototipo de Sistema Experto en Cardiología (CARDAIR), que será desarrollado por el equipo Informático-Médico del Servicio de Cardiología del Hospital del Aire en colaboración con las Facultades de Informática y Medicina. CARDAIR pretende asesorar sobre los problemas que más frecuentemente afectan a nuestras tripulaciones aéreas, en las enfermedades cardiacas (Hipertensión Arterial, Enfermedad Coronaria y Arrítmias Cardiacas).

ESPAÑA Y LOS SISTEMAS EXPERTOS EN MEDICINA

AL igual que ocurrió en lo Estados Unidos, también en nuestro país existe una sensibilidad especial hacia la realización de Sistemas Basados en el Conocimiento en las Ciencias de la Salud.

Un proyecto sumamente prometedor en este campo es el denominado "Galeno 2.000", que consiste en desarrollar un sistema de diagnóstico médico, a partir de los datos obtenidos mediante métodos no invasivos.

Galeno 2.000 forma parte del programa cooperativo de investigación europea EUREKA y está dotado de un presupuesto de 7.365 millones de pesetas a lo largo de cinco años. Las firmas participantes son I.D.S. (España), Ames (Dinamarca) y Aerospatiale (Francia).

Actualmente el proyecto se encuentra en su fase inicial, pero se espera que se integren tres tecnologías: sensores no invasivos, tarjetas de salud y sistemas expertos; estos últimos correrán a cargo precisamente de la empresa española.

El sistema será modular, lo que significa que podrá aplicarse a entornos diversos. En Medicina Preventiva servirá para exploraciones de grandes masas de población en diferentes escenarios (militar, escolar, deportivo, laboral, etc.). En Medicina Primaria, para poner a disposición de los médicos rurales y centros de salud de unas tecnologías hasta ahora reservadas a niveles superiores, y de este modo, aumentar la calidad asistencial y reducir los costes.

Otro de los sistemas expertos aplicados al diagnóstico y tratamiento médico es el PNEUMON- I.A. Tiene como objetivo el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de las neumonías adquiridas tanto fuera como dentro de un hospital. Su desarrollo está a cargo del Grupo de Inteligencia Artificial y Lógica del Centro de Estudios Avanzados de Blanes, integrado en el C.S.I.C. Actualmente el programa se haya en fase de prototipo (aproximadamente 200 reglas de producción) y realiza diagnóstico de neumonía adquirida fuera del hospital.

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid junto con el Hospital "La Paz" de Madrid, están tratando de desarrollar un sistema basado en el conocimiento, en el área de los protocolos sobre el cáncer.

También en el campo de la sanidad civil el equipo Informático-Médico del Hospital del Aire está trabajando. Se trata de desarrollar en colaboración con el Departamento de Cardiología del Hospital Clínico "San Carlos" de la Facultad de Medicina de UCM, un Sistema Experto que diagnostique dolores torácicos. ■

BIBLIOGRAFIA

1. Nilsson, E.: *Principles of Artificial Intelligence,* Tioga Publ. Co., 1980

2. Feigenbaum, E.: The Art of Artificial Intelligence — Themes and Case Studies of Knowledge Engineering, *Proc. Fifth IJCAI,* 1977, 1014.

3. Dedombal, F., et al.: A Comparison of the Performance of Clinicians and non-Clinicians, *Meth. Inform. Med.,* 11, 1972, 32-37.

4. Lighthill, J.: Artificial Intelligence, Science Research Council (England), April, 1973.

5. David, R.: Expert Systems — Where 11Are We? And LWhere Do We Go From Here?, *The AI Magazine,* 1082 (Spring), 3-22.

6. Davis, R. and King, J.: "An overview of production systems." In *Machine Representation of Knowledge* (E. W. Elcock and D. Michie, eds.) New York: Wiley, 1976.

7. Davis, R.; Buchanan, B. G., and Shortliffe, E. H.: "Productin rules as a representation for a knowledge-based consultation system." *Artificial Intelligence,* 8, 15-45 (1977).

8. Shortliffe, E. H.: *Computer-Based Medical Consultations: MYCIN,* New York: Elsevier/North, Holland, 1976.

9. Yu, V. L.; Buchanan, B. G.; Shortliffe, E. H., et al.: "Evaluating the performance of a computer-based consultant", *Compu. Prog. Biomed.,* 9, 95-102 (1979 a).

eseo suscribirme a la REVISTA AERONAUTICA y a la Revista «AEROPLANO».
(Táchese lo que no interese)

ombre .....

.....

irección .....

udad ..... Distrito Postal .....

rovincia ..... Teléfono .....

rofesión .....

«Revista de Aeronáutica y Astronáutica».
Suscripción anual 12 números, para España, 3.300 ptas. (IVA incluido) cuyo importe abonaré:

«AEROPLANO».
Suscripción para España de un número anual 530 ptas. (IVA incluido).

Talón nominativo ☐ Giro postal ☐ Transferencia bancaria

Pago domiciliado Banco (cumplimentar impreso)

(Márquese lo que interese)

Cta./cte. Revista de Aeronáutica, núm. 63184
Banco España
Madrid

rmado: ..... a ..... de ..... de 19.....

BOLETIN DE DOMICILIACION DE EFECTOS

. DIRECTOR DEL BANCO O CAJA DE AHORROS .....

SUCURSAL .....

DIRECCION .....

.....

uy señor mío:

ego a Ud. que hasta nueva orden haga efectivos a REVISTA DE AERONAUTICA, con cargo a mi cuenta corriente ibreta de ahorros cuyos datos indico, los recibos que les pase dicha Entidad, con domicilio en Madrid, calle Princesa, núro 88, por importe de pesetas .....

DATOS DE LA CUENTA CORRIENTE (1) Número

Titular

Atentamente le saluda,
(Firma)

Madrid, ... de ..... de 19.....

NOMBRE .....

DIRECCION .....

.....

TELEFONO .....

Ponga una letra en cada casilla.
LLENE Y FIRME ESTE BOLETIN. ESCRIBA A MAQUINA O CON MAYUSCULAS (BOLIGRAFO).
presente autorización será remitida por la REVISTA AERONAUTICA para que pueda proceder al cobro de dichos recibos.

El Avión de Negocios en la USAF EL LEARJET 35A

JOSE MANUEL BRYAN TORO,
Capitán de Aviación,
Miembro Aviation/Space Writers Association

EL presupuesto de la USAF para el año fiscal 1989 prevé la adquisición de 215 birreactores de negocios para el entrenamiento básico especializado SUPT (Specialized Undergraduate Pilot Training) en su orientación TTB (Tanker-Transport-Bomber) del ATC (Air Training Command) en sustitución de la flota de Northrop T-38S ante la inminente cancelación del programa USAF-Fairchild T-46A NGT (New Generation Trainer). El ATC necesita adquirir un birreactor de alto rendimiento y fiabilidad, sólido y aerodinámicamente capaz de soportar las más rigurosas pruebas del entrenamiento militar, con bajo coste de adquisición y de mantenimiento. El Gates Learjet 35A, de demostrada fiabilidad y coste-eficacia al servicio del MAC (Military Airlift Command) desde 1984 con designación C-21A, puede ser elegido para desempeñar con éxito esta tarea así como las de un entrenamiento militar más sofisticado y polivalente.

El entrenamiento TTB: Solución idónea

El entrenamiento TTB y el FAR (Fighter-Attack-Reconnaissance) son las dos ramas en que se divide el entrenamiento SUPT, concepto ya experimentado por la USAF con anterioridad a los años 60 y en la actualidad de uso en la US Navy y en las fuerzas aéreas de otros países, que fue aprobado por la USAF en 1980.

El TTB es un sistema de entrenamiento más flexible que el actual, favorece la formación de pilotos en su aspecto cualitativo y cuantitativo, y se adapta mejor a las necesidades operativas del MAC y del SAC (Strategic Air Command).

Se espera que esté en pleno desarrollo en 1991. En el TTB se da énfasis a la coordinación entre los miembros de la tripulación, las prácticas de navegación a alta y baja cotas, y a las operaciones de "rendezvous" en altura.

Un total de 2.400 pilotos terminaron la fase inicial de entrenamiento UFT (Undergraduate Flying Training) en 1986 en sus modalidades PIP (Pilot Indoctrination Program) en la Air Force Academy, FSP (Flight Screening Program) del Officer Training School, y FIP (Flight Instruction Program) del AFROTC. (Reserve Officers Training Corps) de las universidades. Los seleccionados para el TTB efectuarán 5.2 horas adicionales anuales de instrumentos en el T-38A durante el presente año y en 1988 hasta que se efectúe la entrega de los primeros birreactores de negocios previstos, cuyo empleo representará un ahorro cercano a los 40 mil $ por piloto y año.

En cuanto al T-46A NTG (New Generation Trainer), programa de entrenamiento elemental del que deriva el SUPT —Véase Revista de Aeronáutica y Astronáutica núm. 528, diciembre 1984—, según noticias recientes, la USAF y la compañía Fairchild han convenido en cancelarlo después de terminado el primer avión de "producción". La USAF procederá a la modernización de los Cessna T-37B existentes durante los años 1991 y 1996, para lo que asignará 13 millones de $ en su presupuesto del año fiscal 1988-89.

El MAC C-21A: Funcionalidad, Fiabilidad

La USAF adquirió en 1984 la cantidad de 80 Learjet 35A de la compañía Gates Learjet, junto con 40 Super King Air B 200, mediante un contrato de alquiler con opción de compra por un valor de 180 millones de $ a fin de sustituir al ya menos rentable Rockwell CT-39A/B en el programa Operational Support Airlift, que realiza las operaciones de transporte urgente de personal y equipo especial, evacuación médica y vuelos de entrega de material (ferry flights) a distancia, desde bases de los EEUU, Alemania Federal y Japón, principalmente, encargándose la misma casa constructora de su mantenimiento y apoyo logístico.

El Learjet 35A, C-21A del MAC, en sus tres años de servicio aventajó los rigurosos requisitos operativos del MAC de autonomía, velocidad, bajo consumo y coste de entretenimiento, techo, carga útil y, sobre todo, fiabilidad, siempre superior al 85%, habiendo rebasado ya las 95.000 horas de vuelo sin accidente.

El Learjet 35A, un diseño feliz

El Learjet 35A, conocido también como el "Cadillac del aire" por su figura exterior estilizada y atractiva y su interior elegante y sofisticado, es el avión de negocios más vendido de los EE.UU. Procede de la serie 20 del prototipo diseñado en Suiza y construido en Kansas, EE.UU, en 1963 por el diseñador Bill Lear Sr. Fue presentado en el Paris Air Show en 1973.

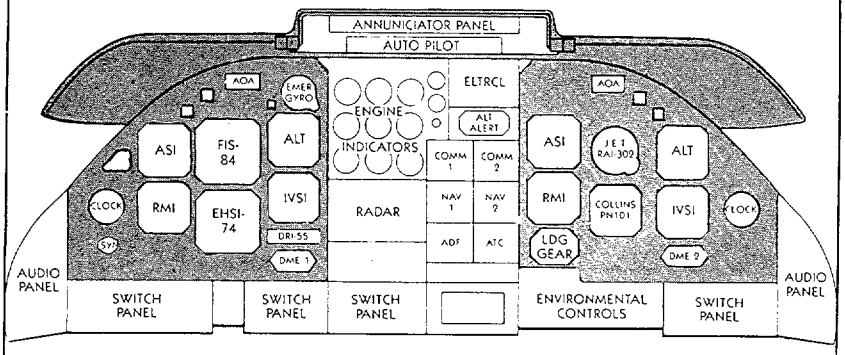
Es un birreactor de ala baja con empenaje de cola en T, de 14,8 metros de longitud, 3,7 de altura y 12,04 de envergadura. Su peso máximo de despegue es de 7.711 kgs. y tiene una carga útil de 3.370 kgs., pudiendo en estas condiciones despegar en una distancia de 1.287 metros, alcanzar 13.716 metros de altura con un radio de acción de 4.236 kms. y tomar tierra en 937 metros. Provisto de sólida estructura, el Learjet 35A y el Falcon 900 son los dos únicos aviones de negocios capaces de transportar un peso equivalente a su propio peso. Su compartimento de carga es de 9,12 m^3.

Su tripulación es de 2 pilotos y puede llevar 6 u 8 pasajeros dependiendo de la carga transportada. Su tren de aterrizaje consta de montantes y doble rueda. Sus planos presentan una flecha de 13° y tienen un superficie alar de 23,5 m^2.

Va provisto de dos motores "turbofan" del tipo Garrett TFE 731-2-2B, de alta fiabilidad y bajo nivel de consumo y de ruido, con una potencia individual al despegue de 1.588 kgs. de empuje; van adosados en la parte posterior del fuselaje con sus toberas de salida debajo del plano

TABLERO DE INSTRUMENTOS DEL LEARJET 35A

Figura 1



Instrumento Sigla o Nombre:	Situacion.	Panel o Consola. Piloto	Copiloto:
AOA	Indicador Angulo Ataque	»	»
EMER GYRO	Giróscopo Emergencia	»	
ASI	Anemómetro	»	»
FIS-84	Horizonte Artificial	»	
COLLINS PN101	Horizonte Artificial		»
J.E.T. RAI-302	Horizonte Artificial		»
ALT	Altímetro	»	»
CLOCK	Cronómetro	»	»
RMI	Indicador Radiomagnético	»	»
EHSI-74	Indicador Situación Horizontal	»	»
IVSI	Variómetro Instantáneo	»	»
DRI-55	Radioaltímetro	»	»
LED GEAR	Dispositivo Actuación Tren Atje.	»	»
SYN	Sincronizador Impulso/Señal	»	»
DME 1 — 2	Medidor de Distancia	»	»
AUDIO PANEL	Sistema Audio	»	»
SWITCH PANEL	Juego de Interruptores	»	»
ENVIRONMENTAL CONTROLS	Sistema Regulado Medio Ambiente		»
ANNUNCIATOR PANEL	Pantalla de Aviso	Central:	
AUTO PILOT	Piloto Automático	»	
ENGINE INDICATORS	Cuadro Instos. Sisma. Propulsión	»	
ELTRCL	Cuadro Disción. Sisma. Eléctrico	»	
ALT ALERT	Altímetro Proximidad Tierra	»	
COMM 1 — 2	Sistema de Comunicación	»	
NAV 1 — 2	Sistemas de Navegación	»	
ADF, ATC	Radiocompás, Ctrol e Infor. Vuelo	»	
RADAR	Radar Meteorológico	»	
SWTICH PANEL	Juego de Interruptores	»	

El ***Gates Learjet 35A,*** *de demostrada fiabilidad y coste eficacia al servicio del MAC (Military Airlift Command) desde 1984* ***puede ser elegido por la USAF*** *para el* ***entrenamiento militar más sofisticado y polivalente.***

fijo vertical y llevan inversores de empuje de tipo hidráulico de acción rápida muy eficaz.

La cabina va dotada de una avanzada aviónica de comunicación y navegación con pantallas CRT que presentan tanto la información normal de vuelo como el estado de los sistemas y los procedimientos y las "check-lists" habituales. Entre estos sistemas conviene mencionar el EHSI (Indicador de Situación Horizontal Electrónico), el radar meteorológico y de situación en color, y el IFMS (Sistema Integrado Programable de Control de Vuelo). También va equipada de los correspondientes ADF (Radiogoniómetro), HF (Alta Frecuencia), registradores de voz y de datos y altímetro radárico, todos digitales, y de los equipos militares UHF, TACAN, IFF (Identificación) y SIF (Transpondedor). (Ver Figura y Cuadro 1).

Polivalencia de cometidos, adaptabilidad

El empleo del avión de negocios en una misión específica militar no es una novedad, además de EE.UU., Alemania Federal y otros países europeos lo vienen usando desde la década de los 70. En la actualidad el HFB 20 Hansa alemán se emplea en el entrenamiento avanzado de guerra electrónica.

Otra característica del Learjet 35A, aparte de las mencionadas, es su excelente capacidad de adaptación a nuevas configuraciones, con rapidez y ligeras modificaciones, de una multiplicidad de simulaciones para el entrenamiento o en actuaciones reales: reconocimiento estratégico, lucha antisubmarina, guerra electrónica, entrenamiento radar y remolcador de blancos aéreos, por citar algunos ejemplos.

En las misiones de reconocimiento estratégico y guerra electrónica, son de destacar, igualmente, su alta velocidad y gran rendimiento y autonomía a alta y baja cota, pudiendo permanecer sobre el blanco más de 8 horas con el adecuado reabastecimiento en vuelo. Es también de suma eficacia en el desarrollo de operaciones de tipo táctico, en la adquisición de datos y en el uso de medidas y contramedidas de apoyo electrónico ESM y ECM, jammers (perturbadores electromagnéticos), shaffs (reflectores de ondas), registradoras de ondas, cámaras fotográficas LOROP (Long-Range Oblique Photography), con combinación de formato largo, y IR lines scanners (líneas de exploración de rayos infrarrojos).

Como avión remolcador de blancos, el Learjet 35A se caracteriza por su gran precisión, además de su economía y fiabilidad, al aparecer con exactitud en el lugar de la simulación a la hora y con la frecuencia convenida, con un índice de fiabilidad del 99% en algunas misiones y un coste que representa 1/4 ó 1/10 del correspondiente al uso del avión de caza real o del ingenio teledirigido, respectivamente. Su equipo lo componen dos máquinas devanadoras Marquant MTR-101, de 30 mil pies de alcance y 350 kts. de velocidad, aparte de los eyectores capaces de mil 1 bs/9 G's.

Conclusión

De cuanto acabamos de exponer sobre el rigor del entrenamiento especializado y las exigencias operativas actuales de la USAF, en las que el coste-eficacia, la fiabilidad y la versatilidad de sistemas son factores prioritarios, consideramos que la adquisición de un tipo de avión de negocios de la solidez estructural y de las excelentes características aerodinámicas y técnicas del Learjet 35A es una garantía de éxito y una acertada decisión. ■

BIBLIOGRAFIA

1. *Air Force Magazine*, números 5 y 12. Washington D.C.: Air Force Association, 1986.
2. Enzo, Angelucci. *R. McNally Encyclopedia of Military Aircraft*. New York: The Military Press, 1983.
3. *Aviation Week and Space Technology*, número 11. New York: McGraw-Hill P. C., 1987.
4. Howard, Capt. L. "Flying the C-21A". *The MAC Flyer*. Scott AFB: Headquarters Military Airlift Command, 1986.
5. Learjet Publications. Tucson, Arizona: Gates Learjet Corporation, 1986.
6. Swanborough, C. *Civil Aircraft of the World*. New York: Scribner's, 1980.

LA LOGISTICA AEREA

La Gestión del Material con el SND

EUGENIO PINEL JIMENEZ
Coronel del Arma de Aviación (E.T.S.)

DEDICATORIA:
A mis compañeros. A los jefes y oficiales que forman equipo conmigo. Con mi respeto y afecto.

INTRODUCCION

LA puesta en marcha de la Gestión del Material mediante los procedimientos del SND, supone una transformación de todos los esquemas por los que aquella se había venido realizando.

A lo largo de dos años, se han ido incluyendo bloques de artículos en el Banco de Datos Mecanizado del Sistema, desde los correspondientes al C.12 (Phantom), hasta terminar las inclusiones con los de C.14 (Mirage F.1), en 4 de abril de 1986.

De esta forma, el número de artículos incluidos para ser gestionados por el Sistema se eleva a 331.949, en esa fecha.

Resulta evidente la diferencia entre los 474.943 artículos que figuran en el Catálogo de Material del E.A. y los 331.949 incluidos en el Sistema. Esos 142. 994 artículos en que se diferencian serán motivo de una depuración (identificaciones erróneas, duplicadas, etc.) cuyas tareas han de ser realizadas por SIDEN/-DAB.

En este mismo mes de abril de 1986 se ha cerrado el Banco de Datos del SIAM y por consiguiente, las operaciones que se realizaban con el apoyo de este Sistema.

A partir de este momento la gestión del material será automática y centralizada mediante los procedimientos que se han establecido para los diferentes usuarios del SND, a quienes se ha asignado una clave de entrada al mismo, (USERIN).

Prácticamente todas las Unidades del Ejército del Aire están integradas en el Sistema (Figura 1), habiéndoseles dotado de los correspondientes Terminales para realizar sus transacciones, en las que aparecen unas nuevas figuras que vienen a constituir los nervios del Sistema: LOS GESTORES DE ARTICULOS.

El Gestor de Artículos (G.A.)

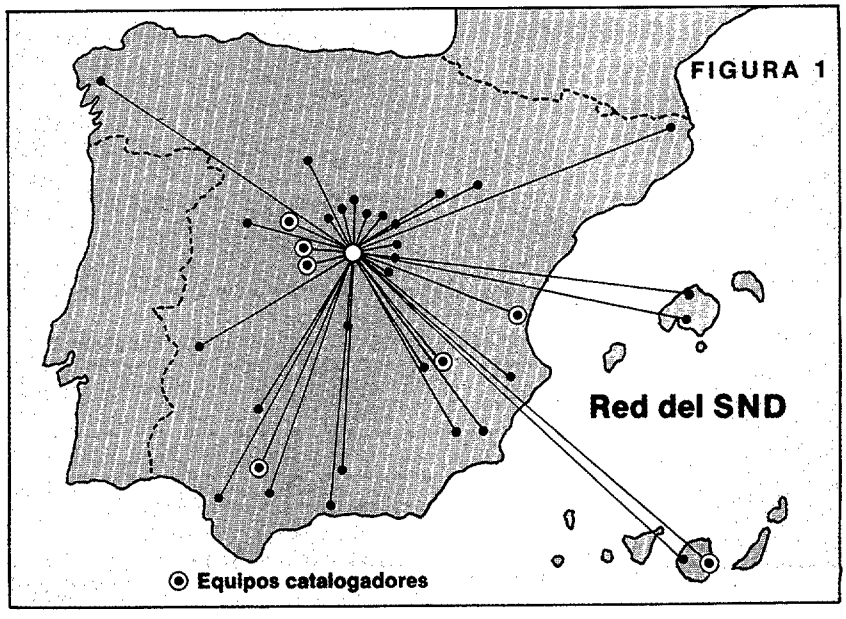
La persona verdadero especialista en Abastecimiento, de cuyas decisiones depende no sólo la eficacia operativa del apoyo logístico, sino el acierto en las inversiones económicas.

Así pues la responsabilidad del Gestor es importante por lo que este puesto debe ser desempeñado por un verdadero experto, que mantiene actualizada permanentemente toda la información relacionada con los datos de gestión logística del material de su responsabilidad.

Todos y cada uno de los artículos del inventario de material del MAMAT tienen asignado un Gestor, considerándose que éste no debe tener a su cargo más de 3.000 artículos de "reposicón normal", para poder llevar a cabo con desahogada eficacia su labor.

Ahora bien, como excepción de la regla anterior, deben citarse los casos derivados de la consideración, precio, artículos críticos, etc., para los que un gestor puede o debe, responsabilizar sus acciones sobre un número menor o muy reducido de estos artículos.

Se añade aquí, que el criterio seguido en el MAMAT para la asignación de artículos a los Gestores ha sido el de "Grupos y Clases". De manera que a cada Gestor corres-



ponda (teniendo en cuenta la limitación numérica antes dicha) uno, o varios Grupos y Clases, completos de artículos; o parte de las Clases de un mismo Grupo.

Cometidos del Gestor de Artículos

Para desarrollar su labor, el G.A. utiliza medios informáticos en el 70% de sus acciones, cubriendo el 30% restante el teléfono y las acciones manuales sobre papel.

Para hacer realidad su lema: "MAXIMO APOYO EN EL MENOR TIEMPO AL MINIMO COSTE" desarrolla los cometidos que se detallan en el Cuadro núm. 1.

Toda esa enumeración de cometidos es elocuente por si misma y señala al G.A., valga el simil futbolístico, como el CENTROCAMPISTA de la gestión.

CUADRO N.º 1

COMETIDOS DEL GESTOR DE ARTICULOS

— Establece y mantiene los datos de gestión de los artículos de su responsabilidad.

— Determina las necesidades de sus artículos de acuerdo con los procedimientos aplicables.

— Revisa periódicamente la demanda de los artículos y el estado de Abastecimiento de los mismos.

— Revisa y actualiza los cálculos de necesidades y niveles.

— Determina las alternativas de abastecimiento que puedan utilizarse (Intercambiabilidad, sustitución, conjunto superior inmediato, canibalización, redistribución, reparaciones, aceleración de adquisiciones, etc.) para proporcionar a las Unidades el apoyo preciso en las necesidades urgentes y críticas. Previendo éstas, en lo posible, con antelación suficiente.

— Corrige las situaciones inadecuadas o negativas tales como entregas aplazadas, y retraso en los pedidos de compra.

— Corrige los datos incompletos o incorrectos en los sistemas mecanizados.

— Inicia los pedidos de compra de sus artículos en el plazo conveniente conforme a las normas establecidas en el Procedimiento Operativo 6-PO-70-2 "Pedido de Compra", o en las normas para los casos F.M.S. (Cooperativa Logística).

— Proporciona las instrucciones de envío para la recepción de los artículos adquiridos.

— Realiza enmiendas, suplementos o cancelaciones en los pedidos de compras para modificar cantidades, costos o plazos de entrega.

— Persigue los pedidos de compra e inicia las acciones para agilizar su tramitación.

— Proporciona la justificación para las adquisiciones urgentes o especiales.

— Controla la distribución de artículos de acuerdo con las prioridades o restricciones establecidas.

— Realiza las redistribuciones necesarias y precisas para atender necesidades urgentes.

— Determina la disposición de artículos según la normativa establecida en la 6-IP-70-1 "Disposición de Material".

— Recopila las necesidades de artículos en términos de cantidad y valor monetario, tanto para programas presupuestarios como para cuando fuera necesario.

— Calcula los artículos que es necesario reparar y realiza los correspondientes pedidos de reparación, según establece la Instrucción Particular 6-IP-70-5 "Procedimiento para el Programa de Reparaciones".

— Vigila la situación de los artículos enviados a reparar hasta su vuelta al inventario en estado útil.

— Recomienda la compra local o la fabricación, previa consulta a Ingeniería, de aquellos artículos que se considere conveniente.

— Realiza los cálculos necesarios para suministrar a Maestranza e industrias, los artículos que hayan solicitado para sus revisiones o reparaciones.

— Identifica los artículos obsoletos que deban ser baja en inventario.

— Realiza contactos personales con organismos de abastecimiento y mantenimiento que puedan prestarle ayuda en el desarrollo o cumplimiento de sus cometidos, mediante visitas o conversaciones telefónicas.

— Informa detalladamente a los Jefes de su Negociado o Sección, de los problemas que excedan del ámbito de su competencia y responsabilidad.

LA GESTION DE CATALOGACION

El proceso de Catalogación, es un proceso permanente y por ello ha de mantenerse vivo.

Por consiguiente, una vez clausurados los procedimientos de catalogación que se apoyaban en el SIAM, se ha hecho preciso nuevamente, instruir al personal en los procedimientos de catalogación relacionados con el SND. Y así, en los centros de Recepción del Material (Maestranzas, Grupo Logístico de Transmisiones y Escuadrón Logístico de Armamento) están permanentemente activados en las áreas de Recepción y Envios los equipos encargados de realizar las transacciones de catalogación de todo el material de nueva entrada en inventario; bien procedente de fabricantes o proveedores, o de los casos de diversa procedencia que se han previsto en la Comunicación Técnica 317/74.

Como es lógico en SIDEN/DAB, organismo responsable de la Catalogación del Material de responsabilidad del MAMAT, se revisan, depuran e incluyen en el inventario todos los datos de identificación y gestión relativos a los artículos que figuran en el mismo, realizándose todas estas acciones por pantalla de Terminal SND.

Los equipos catalogadores de las Unidades del C.G. MAMAT antes citadas, y SIDEN/DAB, constituyen los escalones primero y segundo en el Ejército del Aire de la nueva Organización de la Catalogación de la Defensa, prevista en el Reglamento de Catalogación aprobado por O.M. 40/1986 de 14.05.86.

LA GESTION DE CONTRATOS

La Adquisición Centralizada del material supone el seguimiento de todos los contratos por medio de un Gestor, quien una vez formalizados por el Mando de Material, sigue las distintas vicisitudes de éstos hasta darlos por terminados con la recepción total y conforme del material que los originó.

A semejanza de los Gestores de Artículos, los Gestores de Contratos deberían encargarse de Grupos de Contratos clasificados con criterios relacionados al tipo de material o fabricante. Estos gestores de contratos llevarían:

Cuenta detallada de cada Contrato asignado a una Unidad Aérea determinada, con expresión de partidas cargadas y saldo remanente.

Ser el interlocutor válido del MAMAT ante la otra parte contratante.

Ser el punto receptor de las nuevas necesidades de obtención, que surjan en las Unidades, aplicables a un contrato formalizado.

Resolver con el contratista los problemas de recepción del material o servicio contratado.

Prever el agotamiento del saldo

CUADRO N.º 2

ACCIONES DE GESTION DE MANTENIMIENTO

— Estudio y previsión de revisiones generales (programadas o no) de aviones y motores.

— Estudio y determinación de reparación de artículos a instancias de los Gestores de Artículos o de Gestores de Sistemas (en algunos casos).

— Proponer las cargas de trabajo, previamente negociadas, que deben contratarse con la industria tanto nacional como extranjera.

— Proponer en casos especiales, las cargas de trabajo a desarrollar en Segundo Escalón (caso Base Principal con medios, respecto a Base Secundaria sin ellos).

— Participar en la elaboración de contratos de mantenimiento con la industria, realizando los correspondientes pedidos de mantenimiento.

— Realizar, tramitar y enviar a la Dirección de Adquisiciones los Pedidos de Asistencia Técnica.

— Controlar la producción analizando sus costos asociados y efectuando estudios comparativos de producción.

— Determinar el precio de hora/hombre en los Organismos de Mantenimiento de Tercer Escalón del E.A., con arreglo a criterios previamente estudiados y establecidos.

— Negociar con las industrias el precio hora/hombre.

— Analizar los costos de mantenimiento en función de fondos invertidos/presupuestos asignados, así como las desviaciones de los costos reales en relación con los previstos.

— Proporcionar información de producción, costos y estudios comparativos de producción.

— Controlar las asignaciones de Tablas de dotación de los Artículos Serializados.

disponible de un contrato o la finalización de su vigencia.

Certificar, cuando proceda, el cumplimiento del contrato por parte del Contratista.

Pero la mencionada compartimentación ideal de cometidos en este área, es totalmente inviable hoy en el MAMAT, dada la escasez de medios de personal. Por esta razón se han asignado misiones de Gestor de Contratos a las tres Maestranzas y al Grupo Logístico de Transmisiones, para determinados casos relacionados con el material específico que es responsabilidad de cada una de estas Unidades.

Sin embargo, se hace cada vez más necesario desarrollar el Subsistema de Gestión Económica diseñado para el SND, con objeto de explotar al máximo el documento "Petición Automática de Obtención" (PAO), que ya está generando el Sistema; y por otra parte, para controlar informatizadamente los contratos con arreglo a las normas espeificadas en el Procedimiento Operativo PO-70-2, "Formulación de Pedidos para la Contratación del Material y Servicios en CGMAMAT".

Implicaciones Externas de la Adquisición y sus consecuencias

Las acciones relacionadas con la gestión de contratos, conllevan unas implicaciones externas a la Dirección de Adquisiciones, al MAMAT e incluso al Ejército del Aire; me refiero a los trámites que han de realizarse con la SEA del MAMAT, con la DAE, DEGAM, y Secretaría de Estado de la Defensa.

Para controlar adecuadamente toda la trama donde se mueve la Gestión de Contratos, se hace necesario y hasta diría que urgente, la puesta en marcha de un Subsistema Informático de Gestión de Contratos, compatible con el SND de forma similar al de Mantenimiento Mecanizado (MMS).

LA GESTION DE MANTENIMIENTO

En todo ciclo logístico, se dá "la necesidad de reparar los elementos que lo precisen"; por consiguiente, se tiene necesidad de reparar. Y esta necesidad, es consecuencia de:

Mantener la operatividad de los Sistemas de Armas.

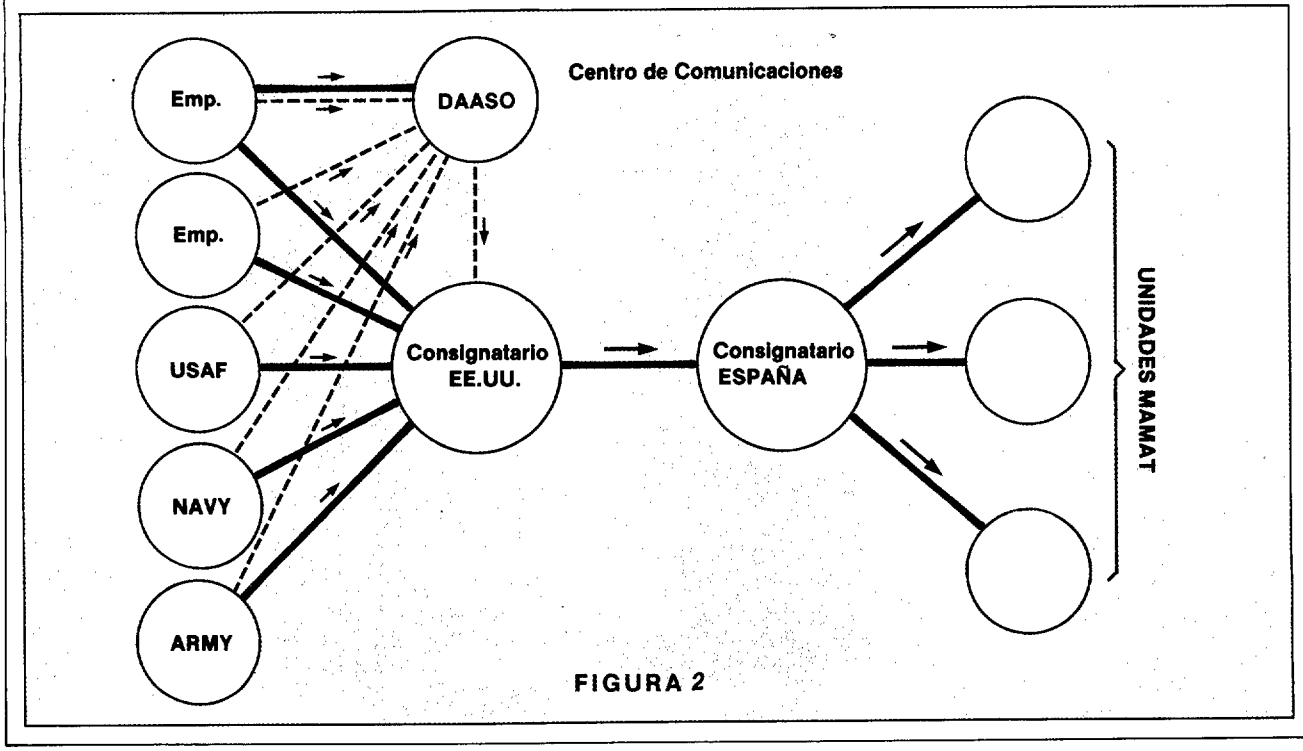


FIGURA 2

CUADRO N.º 3

MODALIDADES DE TRANSPORTE

EE.UU.

Transporte Aéreo — Siempre en Iberia (trato especial al E.A. 53 pesetas kg.) — Aeropuerto de Barajas.
Recogida y gestión Aduana — Material FMS: el CGMAMAT.
Recogida y gestión Aduana — Material Compra Empresas: Agente Aduanas.
(Salvo casos excepcionales todo este material va destinado a Maestranza Aérea de Madrid, G.L. de Transmisiones, E.L. Armamento).
Transporte Marítimo — 50% pabellón español/EE.UU. — Puerto de Cádiz.
Material FMS: El C.G.M. pide franquicia arancelaria.
Material Compra: Licencia de Importación (Actualmente el IVA está ocasionando graves entorpecimientos).
Información de Seguimiento de Transporte: (Cuadro 5).
Desde el Depósito del Consignatario en New York hasta el punto de destino, muy buena.
Desde Orígenes (salvo USAF) hasta Depósito del Consignatario en New York, con graves deficiencias.
Para obviar esta desinformación, el MAMAT está estudiando en estos momentos, la forma de realizar un seguimiento automático a través del Centro de Comunicaciones Estadounidense, haciéndola llegar a través de los Terminales de ordenador de TISA, a SEDIS/DAB.
De igual forma se pretende seguir los transportes de/a Francia una vez implantado el Sistema con los de/a EE.UU.
Prioridades: O3 (AOCP) y O6. de Transporte 1 y 2 — Siempre Avión.
13 y demás (caso normal) — Barco.

FRANCIA

El Consignatario Transportista del MAMAT (TISA), apoyado en transportistas franceses, centraliza los materiales en París o Biarriz (para casos especiales urgentes de material cuyo origen son los fabricantes del sur de Francia).

— Avión estafeta primer lunes de mes (IDA).
Zaragoza — Albacete — Manises — Biarriz (si precisa) — París.
— Avión estafeta primer miércoles de cada mes (VUELTA).
París — Biarriz (si precisa) — Manises.
— Avión Servicio Especial MAMAT, primer jueves/viernes de cada mes.
Manises — Albacete — Gando.

ESPAÑA

El Transporte en Territorio Nacional se hace:

— Avión Estafeta.
— RENFE.
— Medios Automóviles del E.A.
— Consignatario Transportista (TISA).
— Paquete Postal.

En el primer caso según las normas establecidas en la IG-3O-1.
Tanto los medios de RENFE como los propios del E.A. pueden ser utilizados para transportes de envergadura, para lo cual los Mandos Aéreos y el de Personal, proporcionan al MAMAT el apoyo de vehículos y/o personal que éste solicite según orden del GJEMA de 18-3-80.
Los transportes urgentes se hacen con los medios automóviles de las Maestranzas o G.L. de Transmisiones, habiéndose autorizado a TISA para realizarlos cuando los primeros precisen de su apoyo.

Transporte de Material peligroso:

En España — Siempre medio aéreo (todo o parte del transporte).
En Extranjero — A través conocimiento Agregado Aéreo.

De los elevados costos de éstos (un moderno avión, varios miles de millones de pesetas). Costos por otro lado, "amortizables" a muy corto plazo ya que el desarrollo vertiginoso de la Técnica moderna, deja en 15 años anticuados un Sistema al ser, técnica y operativamente, sobrepasado por otro.

Por esto, nuestro MAMAT cuenta con un Organo encargado de planificar y desarrollar las funciones de Mantenimiento, las cuales generan las de Abastecimiento como una relación causa-efecto. De donde se sigue, que un Mantenimiento bien planificado, originará un buen Abastecimiento al mínimo costo.

Desarrollo del Mantenimiento

Es necesario reparar porque hay artículos reparables y debemos tener dispuesta la estructura para hacerlo fundamentalmente en los dos grupos siguientes:

Revisión general de aviones y motores.

Reparación de artículos.

El control de artículos reparables pasa por:

Envio a la Fuente de Reparación.
Cálculo de Costos de reparación.

Determinación de artículos de frecuente reparación.

Determinación de artículos reparables por su importancia operativa o de coste económico.

Tiempo empleado en la reparación.
Cálculo de necesidades de artículos reparables.

En el MAMAT se desarrolla la Gestión de Mantenimiento mediante

las acciones que se detallan en el Cuadro núm. 2.

La Gestión de Mantenimiento en el SND

El Sistema de Necesidades y Distribución fue estudiado para su aplicación al Abastecimiento y únicamente, de todos los puntos enumerados (Cuadro núm. 2) dentro de la Gestión de Mantenimiento, sólo se realizan en el Sistema las transacciones relacionadas con el control de artículos serializados si bien, con las limitaciones derivadas de la falta de información veraz del inventario de éstos y por la anarquía en las identificaciones utilizadas en muchos casos (equipos AGE).

Con el fin de poder realizar todas las transacciones de esta gestión, que lleven a conseguir un perfecto control de las acciones de mantenimiento, el MAMAT está desarrollando un Sistema Mecanizado de Mantenimiento (MMS), compatible con el SND, que próximamente será puesto en funcionamiento; cerrándose así todo el ciclo de Gestión Logística por procedimientos Informáticos, en el MAMAT.

LA GESTION DE TRANSPORTE

Corresponde a la Logística la "adquisición y almacenamiento de las armas y pertrechos necesarios para la subsistencia de la Fuerza en el combate, y el abastecimiento de todos esos elementos que le son necesarios en el lugar adecuado, en el momento oportuno y en la cantidad necesaria, por medio de unos transportes ágiles y fluidos".

Con ello se evidencia, que la gestión del material termina con la llegada de éste a su destino, haciendo resaltar al mismo tiempo, las características fundamentales de los medios de transporte: Agiles y fluidos. Es decir, rápidos, precisos, continuos y adaptables a cualquier situación.

La gestión del transporte en el MAMAT, está asignada a la Sección de Distribución y Transporte (SEDIS) de la DAB, que cuenta con tres elementos orgánicos:

Negociado de Transporte.

Negociado de Almacenamiento y Disposición.

Negociado de envios y embalajes "encargados de desarrollar los principios, normas y procedimientos para la recepción, envio, almacenamiento, embalaje, transporte y baja de material".

División General del Transporte

Se divide el Transporte en dos grandes tipos:

— Transporte de Material al/del extranjero.

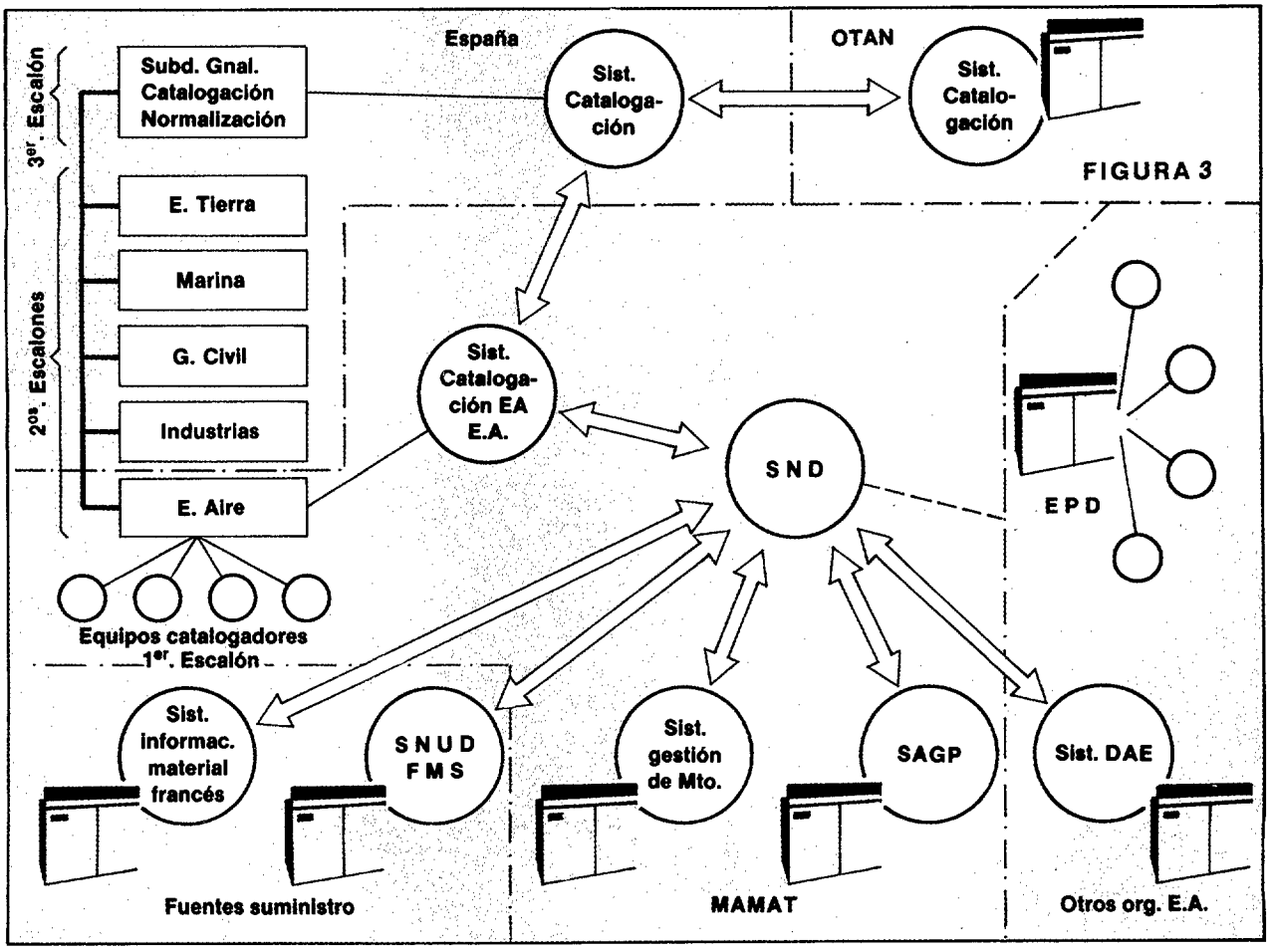
— Transporte de Material en territorio nacional.

En ambos, el MAMAT, ha realizado desde hace un año, un notable y favorabilísimo cambio a través de la firma de un contrato único de transporte con el Agente Consignatario transportista, Fernando Roqué Transportes Internacionales, S.A. (TISA), al cual se llegó mediante el correspondiente concurso público.

El mencionado contrato cubre las necesidades de transporte en EE.UU., Francia, otros países y España.

En todos los países extranjeros, el Consignatario Transportista recibe el material, lo clasifica por prioridades y destinos, lo consolida y lo envia a España, con las diferenciaciones más importantes que se señalan en el Cuadro núm. 3.

Merece señalarse, que a fin de



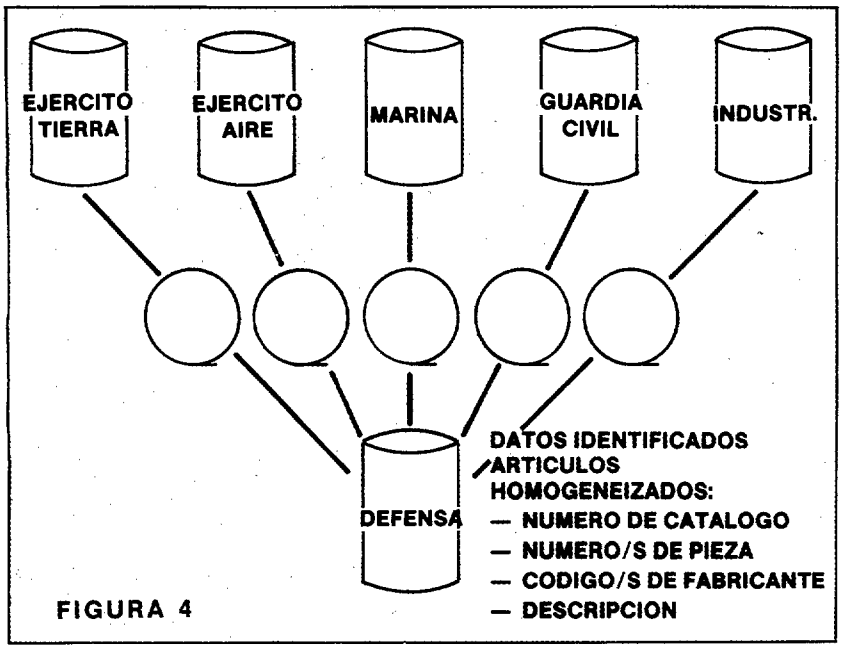


FIGURA 4

conseguir la máxima agilidad en los transportes, el MAMAT ha dispuesto asignaciones económicas para estos fines, a las SEA de los Centros Logísticos (Maestranzas, Grupo L. de Transmisiones) y de determinadas Bases Aéreas (Albacete, Manises, Zaragoza, Jerez, Torrejón, Gando, Morón, etc.).

LOS PROBLEMAS DEL MATERIAL FRANCES

Mediante los procesos del Sistema SNUD de la USAF contamos con la actualizacion, por procedimientos informáticos, de los datos de identificación y gestión del material de procedencia EE.UU., así como seguimiento de contratos de los casos FMS.

Con el material de fabricación francesa, usado por el E.A., no existe un sistema semejante, por lo que las discrepancias, frecuentes cambios de datos de identificación y en general, falta de información actualizada, origina serios problemas en la gestión de este material.

Para salvar esta situación, el MAMAT ha encargado a la empresa de Servicios francesa SONOVISION, a través de su filial española B.D.E. (Base Documental de la Empresa), un estudio de viabilidad de transferencia de datos de gestión y seguimiento de contratos de material francés, de forma que pueda ser este controlado de manera similar a como lo es el de procedencia EE.UU. a través del SNUD.

Relaciones del sistema logístico del MAMAT con otros Ejércitos (Figuras 3 y 4)

El Sistema Logístico del MAMAT, como único activado en el E.A., está relacionado con el de las restantes FAS (Ejército, Armada y Guardia Civil) tratando en estos momentos, de coordinar esfuerzos a fin de homogeneizar los Archivos Mecanizados de la totalidad de nuestras FAS a los efectos de sus relaciones con los restantes países adheridos al Sistema Internacional de Catalogación (OTAN), a través de nuestra Oficina Nacional de Catalogación (ONC) de la Subdirección General de Normalización y Catalogación de la Defensa.

LA GESTION DEL MAMAT Y LA INDUSTRIA NACIONAL

Nuestro Mando de Material, mantiene relaciones contactuales de importancia, con una serie de Industrias Nacionales entre las que podemos citar a CASA, CESELSA, INISEL, TELETRA, MARCONI, EXPAL, etc.

Como consecuencia se mantienen contactos con todas ellas por parte de SIDEN/DAB, a fin de que sus artículos de producción correspondientes a los proyectos, Sistemas de Armas, Instalaciones, etc., encargados por el E.A., lleven con la antelación suficiente, el aporte de Documentación Técnica e Información necesaria para que puedan ser identificados, catalogados e incluidos en sus Sistema de Gestión, por alta en inventario, en el momento de la recepción.

En cuanto a CASA se refiere, las reuniones celebradas van dirigidas a conseguir una interrelación de los Sistemas Informatizados Ejército del Aire/CASA. Esperamos que en un tiempo nomuy lejano sea una realidad, y que no sólo sea esta, sino todas las empresas que tienen continuada e importante relación con nuestro Ejército, formen con él un auténtico haz de trasvase de información sobre el material. ■

Efemérides aeronáuticas

JULIO. El día 2 de este mes del año 1916, se unían por primera vez por la ruta del cielo, la Península y la isla de Mallorca. El protagonista del histórico vuelo fue el piloto cántabro Salvador Hedilla Pineda, que pilotando un monoplano por él diseñado, provisto de un motor rotativo ***Le Rôhne****, de 90 c.v., despegó a primeras luces de aquel domingo del campo de La Volatería, cerca de Prat de Llobregat, y tras 2 horas y 8 minutos de vuelo, tomó tierra en Son Suñer, a orillas de la bahía palmesana, entre el jubiloso entusiasmo de la gran multitud que le esperaba.*

A lo largo de la ruta que habría de seguir el monoplano, se habían situado el destructor ***Proserpina****, el cañonero* ***Temerario*** *y el torpedero núm. 7, que a causa de la niebla que cubría el mar balear, no vieron al avión, aunque oyeron su motor.*

Recibió Salvador Hedilla la copa de oro donada por el Rey para el primero que realizara la travesía, y fue condecorado con la Cruz de Isabel la Católica. En el lugar en que tomó tierra se alza un pequeño monumento que conmemora la proeza.

LARUS BARBATUS

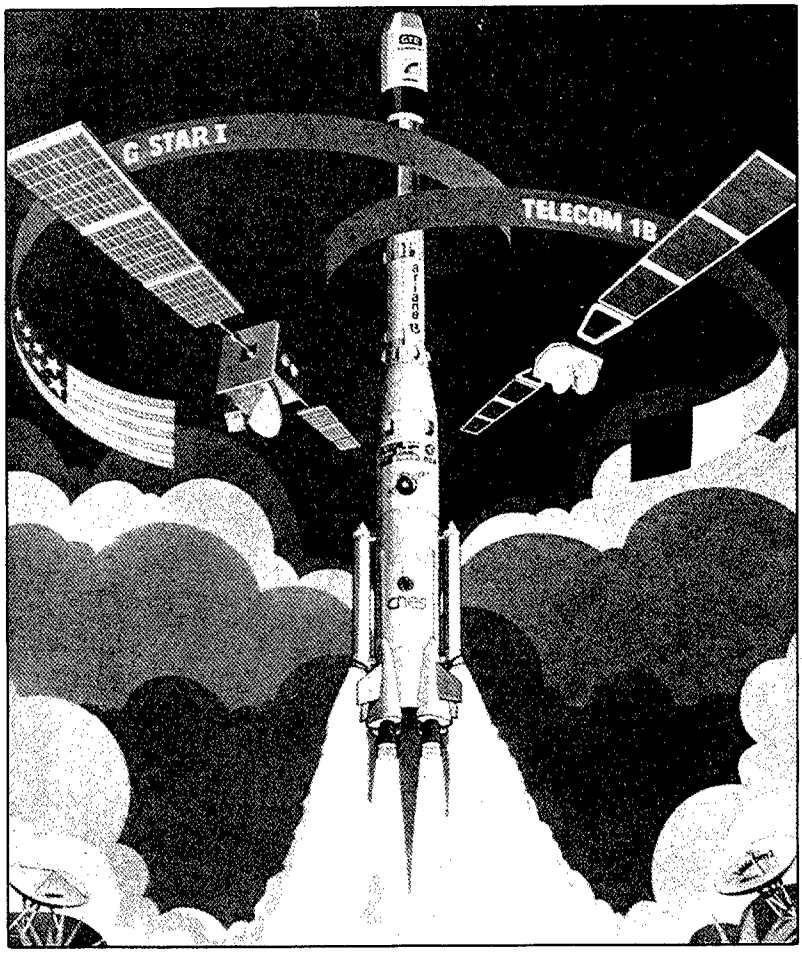
La Misión Ciencias de la Vida (Cooperación CNES/NASA)

ANTONIO CASTELLS BE,
Teniente Coronel Ingeniero Aeronáutico

EXISTE una opinión, desgraciadamente demasiado extendida, de que la investigación espacial, está exclusivamente dirigida hacia la guerra. En el nº 526 (Octubre de 1984), REVISTA DE AERONAUTICA Y ASTRONAUTICA, publicaba un dossier sobre esta cuestión, en el que exponían todos los campos en que la investigación espacial está contribuyendo enormemente al desarrollo humano. Efectivamente los últimos avances obtenidos en casi todas las ramas de la Ciencia y de la Tecnología, son en gran parte debidos a la investigación espacial. En esta línea se sitúa la misión 51-E (Ciencias de la Vida), que el Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES), en colaboración con la Agencia Espacial Norteamericana, la conocida NASA, está desarrollando actualmente.

En realidad, la colaboración espacial franco-norteamericana empezó al principio de la década de los 60 y se desarrolló por la vía de intercambios entre científicos, lo que condujo rápidamente a la realización de campañas de lanzamientos de cohetes-sonda, y luego a la integración de experiencias francesas en misiones NASA. Se puede decir de una forma general que esta colaboración se ha ejercitado en los dominios de la Astronomía, de la exploración del sistema solar, de la Aeronomía (1), y de la Meteorología. El primer programa de importancia se inició en 1961, y consistió en el lanzamiento del primer satélite francés, el FR-1, que fue puesto en órbita el 6 de diciembre de 1965, con objeto de estudiar la propagación de ondas de radio de muy baja frecuencia entre la superficie terrestre y la magnetosfera. Cabe también mencionar el sistema SARSAT-COSPAS, actualmente en funcionamiento.

Esta nueva colaboración, "la Misión Ciencias de la Vida" es quizá la más importante hasta la fecha. Una de las experiencias francesas, consiste en estudiar el efecto de la falta de gravedad sobre el cuerpo humano en tres dominios esenciales: el sistema dinámico, que comprende todo lo que circula en el cuerpo, como la sangre dentro del sistema cardiovascular; el sistema estático que comprende nuestro esqueleto; el sistema, que por analogía con la tecnología de las naves espaciales, se podría llamar "Sistema de guiado y navegación", y que engloba el equilibrio, la orientación, la coordinación de los movimientos y de la visión. Debido, a que por el momento no se puede disponer de una misión de larga duración, las experiencias ligadas al estudio del sistema estático, y más específicamente las relacionadas con los huesos y su remodelación en microgravedad se limitan al estudio de la respuesta inmediata de la estructura de los tejidos óseos a la gravedad.



Ariane V 13

Dentro de este marco las experiencias francesas de la misión 51-E se pueden clasificar en dos clases: Ecografía y Postura (Equilibrio y vértigo). Ya en la misión franco-soviética Soyuz T6-Saliut 7, el astronauta francés Jean-Loup Chretien realizó una serie de observaciones en esos dos campos. Ecografía es bastante similar a la misión 51-E. En realidad el material, desarrollado y construido por MATRA ha sido simplemente adaptado al Space Shuttle americano, sobre

todo respecto a los esfuerzos que aparecen en el lanzamiento. La experiencia sobre postura, ha sido profundamente modificada, lo mismo en lo que se refiere al equipo que respecto al programa experimental, que ha sido ampliado.

ECOGRAFIA (2)

En la ausencia de la gravedad, la desaparición de la presión hidrostática da lugar a una redistribución de la masa sanguínea en el organismo. Una masa de sangre importante se desplaza hacia la parte alta del cuerpo y la distribución de líquido extracelular se ve modificada. De ello se deriva una transferencia de líquido extracelular hacia el compartimento vascular y una variación importante de la presión venosa en casi todo el organismo. Ello produce una formación progresiva de un edema en la parte alta del cuerpo (cabeza y tronco), y probablemente un aumento del volumen de líquido extracelular en corazón y pulmón.

Se tienen por lo tanto unas fuertes perturbaciones que producen modificaciones masivas. La mayoría de los estudios efectuados, hasta ahora, sobre el sistema cardiovascular se basaban en medidas realizadas antes y después del vuelo. No se podían conseguir muchas observaciones durante el vuelo, a causa de la falta de medios adecuados. El material desarrollado para la operación 51-E utiliza la técnica de los ultrasonidos. Esto permite evaluar cualitativa y cuantitativamente la hemodinámica y la función cardiovascular, y los resultados adquiridos en el vuelo del Soyuz, así como los acumulados por los cosmonautas soviéticos, que han vivido desde 1982, en Saliut 7, han permitido confirmar la elección de partida.

El material de abordo ha sido concebido a partir de un prototipo realizado en el Laboratorio de Biofísica Médica de la Facultad de Medicina de Tours. El equipo de vuelo es un producto de la Sociedad Matra-Interelec (París), pero los sensores de ultrasonidos han sido fabricados por la Sociedad Vermon, de Tours, bajo la dirección del CNES. Estos aparatos pesan un total de 80 kgs., y se agrupan en dos cajones. El primero contiene la parte electrónica, y el segundo un magnetoscopio que permite el almacenamiento de los datos, una pantalla vídeo, los sensores y algunos accesorios.

Este material se puede utilizar de cuatro formas, que permiten estudiar la circulación superficial y realizar exámenes de corazón y abdomen. El cualquiera de las cuatro formas de funcionamiento siempre se recoge un electrocardiograma.

Las medidas realizas durante el vuelo alcanzarán su pleno valor una vez que son comparadas con las medidas de antes y después del vuelo.

Inmediatamente después del vuelo se realizan una nueva serie de medidas, durante la fase llamada de "recuperación", pero se complementan con otras realizadas treinta días después de la vuelta a Tierra.

Las medidas realizadas antes y después del vuelo tratan sobre todo de la adaptación del sistema cardiovascular al estudiar la tolerancia a la posición de pie, y por otra parte a la capacidad para realizar esfuerzos. Estos datos se comparan con las modificaciones de la presión venosa central, y con las modificaciones hormonales producidas por la redistribución de los líquidos en el interior del cuerpo.

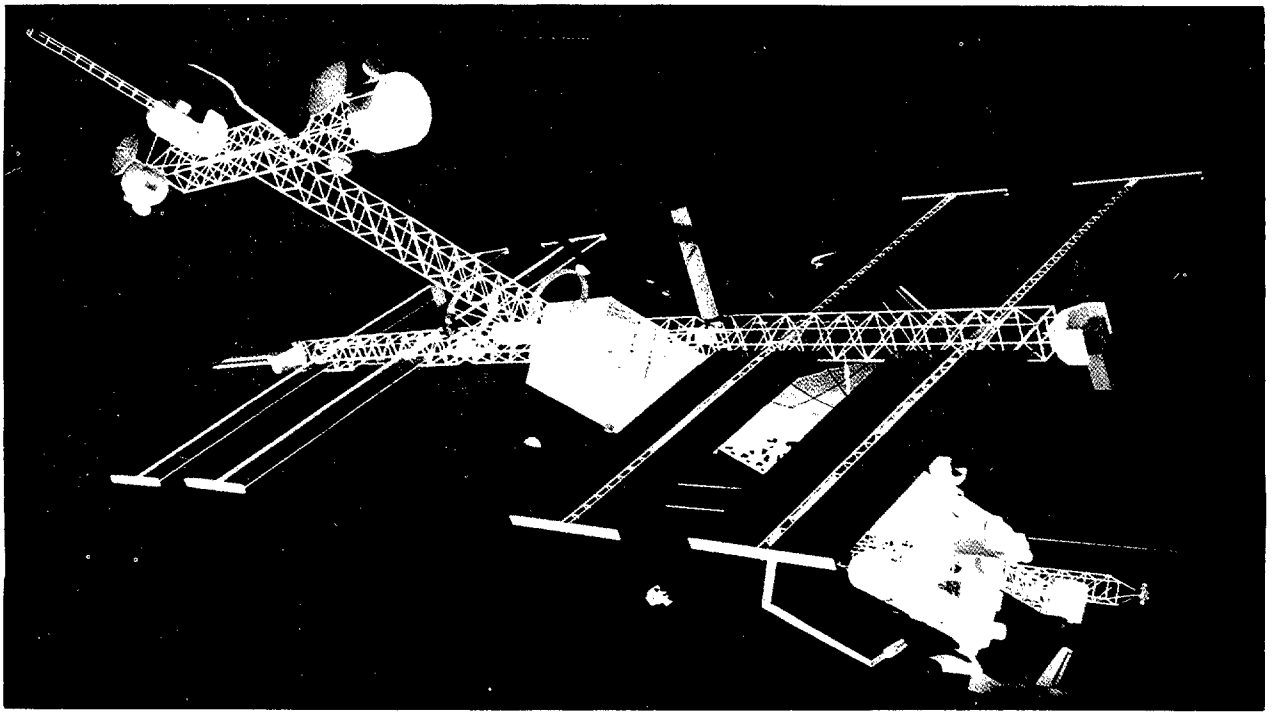
Con estas experiencias se podrá mejorar el conocimiento humano sobre las cuestiones siguientes:

Contribución al estudio de los mecanismos de regulación del conjunto de la función cardiovascular perturbada por la redistribución de la masa de líquidos y por la instalación de un nuevo gradiente de presión.

Evaluación del efecto de estas regulaciones sobre el corazón (dimensión, contractibilidad, fracción de eyección) y sobre los flujos locales (cerebro, miembros).

Estudio de la respuesta dinámica del corazón bajo microgravedad, cuando se modifica el gradiente de presión.

Comparación entre los datos obtenidos durante el vuelo con los



Modelo estación espacial propuesto por NASA, actualmente en estudio por parte de McDonnell Douglas.

medidos en el suelo sobre los mismos sujetos.

Estudio de la fase de readaptación a la gravedad terrestre normal después del vuelo.

De todas formas estas experiencias pueden repetirse muchas veces en el futuro, lo que nos dará la posibilidad de generalizar los resultados obtenidos.

Precisamente, para tratar de mejorar los resultados obtenidos, se están desarrollando nuevos equipos. Funcionarán sobre la base del mismo principio (ultrasonidos), pero permitirán, gracias a su precisión, acoplar los datos con dosificaciones hormonales asociadas durante el mismo vuelo. La próxima generación de ecografías espaciales es conocida con el nombre de "As de Corazón".

EQUILIBRIO Y VERTIGO

Estas experiencias han sido dirigidas por el Laboratorio de Fisiología Neurosensorial del Centro Nacional de la Investigación Científica (CNRS) francés.

Como es sabido en cuanto desaparece la gravedad, las actividades sensoriales motrices se ven muy perturbadas. El sistema de "guiado y navegación" interno se ve gravemente afectado, primero en el dominio de la estabilización y de la orientación de la postura, y también en el de los mecanismos reflejos que estabilizan la imagen, formada en la retina.

El resultado de estas perturbaciones es multiforme; para simplicar se puede decir que hay que volver a aprender a realizar cualquiera de los gestos que nos son habituales. De todas formas, lo que se ha observado hasta ahora, es que al principio del vuelo es la vista la que se hace cargo, casi totalmente, del control de la posición del cuerpo. Mientras tanto el sistema nervioso se ocupa de redistribuir (por cierto muy rápidamente) los nuevos datos que se derivan de la falta de gravedad, a todo el sistema muscular. Ello demuestra la extraordinaria capacidad de adaptación que posee el cuerpo humano.

Una vez que los nuevos datos han sido totalmente absorbidos, lo que ocurre unos días después de la iniciación del vuelo, tiene lugar una especie de substitución de modo de funcionamiento del sistema muscular que se ha liberado, siendo reemplazada la actividad muscular terrestre (esfuerzo continuo) por una actividad impulsiva.

Estos resultados ya fueron confirmados durante el vuelo del Spacelab 1, realizado a finales de 1981.

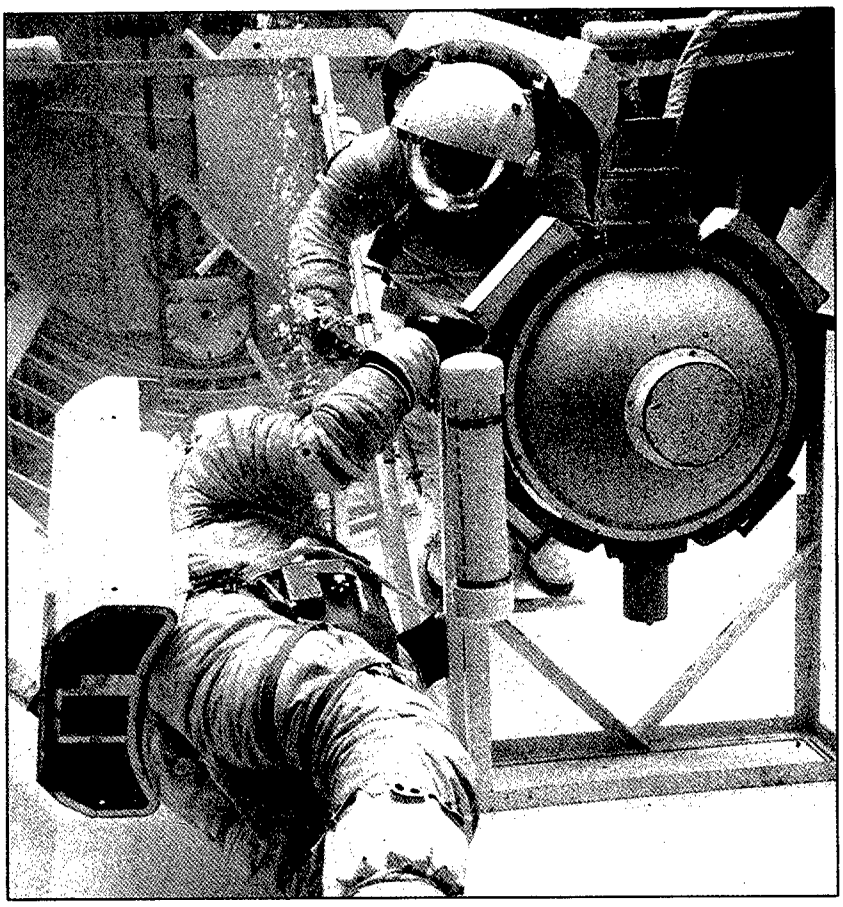
Por ello se decidió ampliar las experiencias, rediseñando el material de a bordo, con objeto de que ocupe menos espacio, fragmentándolo en pequeños módulos. Esto era totalmente necesario, ya que quedaba poco volumen disponible en los armarios del puente intermedio (middeck) del Challenger para el vuelo 51-E.

El material de "Equilibrio y Vértigo" ha sido bautizado "Pocket", con el fin de poner en evidencia lo compacto del conjunto, que cabe en una maleta de tipo attaché, y pesa aproximadamente 8 kgs. Comprende sensores que se aplican sobre la piel, que permiten registrar la actividad muscular y los movimientos de los ojos, su cableado, módulos que se llevan en la cintura y que aseguran la obtención y el control de los datos y su registro, la alimentación eléctrica del conjunto de los aparatos de medida (acelerómetro de pulsera, potenciómetro de tobillo y goniómetro de cabeza), una placa de apoyo para los pies, una visera/casco que permite las experiencias que requieren una visión ocultada o estimulada. El concepto lo dio el Laboratorio de Fisiología Neurosensorial del CNRS, y los materiales de entrenamiento y de vuelo han sido construidos por las sociedades Aeta (Velizy), Erems (Balma) y Comat (Toulouse), y todas ellas dirigidas por el CNRS.

Este material va a permitir efectuar cuatro tipos de experiencias:

1. El papel de la visión en el control de posición, permitiendo determinar con precisión el período durante el cual la visión es predominante. Para ello, el astronauta deberá adoptar lo más precisamente posible, cierto número de actitudes simples; se variará el parámetro visual, pidiéndole al astronauta que mantenga estas posiciones en visión normal en la oscuridad y en visión estabilizada, utilizando en estos dos casos la visera.

2. Determinación de la fecha en la que los mecanismos de adaptación a plazo largo empiezan a intervenir. Para ello, el astronauta deberá efectuar movimientos voluntarios con el brazo. Si está sometido el síndrome de adaptación al espacio,



McDonnell Douglas presentó a la NASA un estudio sobre "el papel del hombre en el espacio". Entre los temas destaca la capacidad manual del hombre, tal como se aprecia en las pruebas submarinas de reparación de plataformas espaciales.

llamado "mal del espacio", es muy interesante correlacionar estas manifestaciones con las fases sucesivas del proceso de adaptación sensorial-motor.

3. Estudio de la influencia de la ausencia de gravedad sobre el reflejo vestíbulo-ocular, que es esencial en el proceso de estabilización de la imagen en la retina, cuando se realizan movimientos de la cabeza, principalmente de arriba abajo o inversamente. Con gravedad normal, el movimiento de los ojos está controlado principalmente por los receptores vestibulares (canales semi-circulares y otolitos) situados en el oído interno.

Sin gravedad, estos receptores, sobre todo los otolitos se encuentran fuertemente perturbados; estudiando los movimientos de los ojos durante los movimientos de cabeza, se puede obtener información sobre el desacoplamiento entre esos dos tipos de receptores, al faltar la gravedad. Este estudio permitirá profundizar el conocimiento sobre la influencia de los movimientos de la cabeza arriba-abajo-arriba en la aparición del síndrome de adaptación al espacio.

4. Estudio de la influencia de la ausencia de gravedad sobre el mecanismo reflejo opto-cinético, que permite al ojo seguir una escena en movimiento, y volver, luego, por sacudidas, a una posición centrada. El astronauta utiliza la visera, dentro de la cual desfilan escenas visuales, verticalmente y luego horizontalmente. Calculando la relación entre la velocidad de las fases lentas de los ojos, al seguir la escena y la de la escena visual, se puede determinar el papel de los otolitos sobre dicho mecanismo reflejo, que nos permite estabilizar las imágenes móviles que percibimos en la retina.

Además de estas experiencias se puede realizar una quinta, que es muy simple, y que permite estudiar las perturbaciones de la representación mental de objetos bi y tridimensionales en ausencia de gravedad. Para ello, el astronauta realizará una serie de dibujos de objetos, como, por ejemplo, un plano del puente intermedio de la nave espacial. Para realizar ese dibujo, hace falta primero imaginarse mentalmente el espacio que deba representarse gráficamente, y ello depende mucho de las informaciones procedentes de los captadores del sistema vestibular.

Estando estos afectados por la ingravidez, es muy posible que la representación mental del espacio para el astronauta se vea modificada, y por lo tanto su dibujo deformado. Los esquemas se analizan en un ordenador después de la misión.

Todos los datos obtenidos durante el vuelo se comparan con los adquiridos antes del vuelo sobre uno de los astronautas y sobre una gran cantidad de ellos que no participan en la misión. Estas medidas se realizan 30 días y 5 días antes del vuelo. Se vuelve a hacer lo mismo después de la conclusión de la misión. Las pruebas realizadas en tierra se realizan principalmente en el Laboratorio de Neurofisiología del Centro Espacial Johnson de Houston (Texas).

Contrariamente a la experiencia "Ecografía", en la que participa un miembro norteamericano de la tripulación, en la "Equilibrio y Vértigo", sólo participan franceses. Ello es debido a la política de la NASA, sobre utilización de las tripulaciones, que procura que no realicen misiones como la de "Equilibrio y Vértigo" que pueden dar lugar a los síntomas del "mal del espacio", tales como náuseas y vómitos, ya que esto podría perturbar el cumplimiento de las misiones prioritarias que le están encomendadas.

El cosmonauta francés Jean Loup Chretien (izquierda) participante de la misión 51 E, antes de salir el 21 de junio de 1982 en la nave soviética Soyuz T-6.

CONCLUSIONES

Según acabamos de ver las experiencias espaciales pueden ser muy útiles para el desarrollo de la Medicina. Además en este campo existe una colaboración muy estrecha entre países, como Francia, Rusia y Norteamérica, que en otros están muy enfrentados. No hay que insistir sobre los que existen entre Rusia y Norteamérica, pero también sabemos que en los campos económico, técnico y científico, Francia y Norteamérica tienen divergencias bastante profundas. Ultimamente Europa ha empezado a desarrollar una réplica al plan norteamericano IDE, vulgarmente conocido por "Guerra de las Galaxias". Esta réplica ha recibido el nombre de EUREKA, que por cierto no debe confundirse con la plataforma EURECA, también de cooperación europea.

El CNES está convencido que los progresos a realizar en la conquista del Espacio, necesitan en gran medida de la presencia del hombre en él. A partir de 1980, el CNES seleccionó a dos astronautas, que han realizado vuelos en programas franceses, rusos y norteamericanos. Actualmente esta selección se ha aumentado hasta una decena de personas. Asimismo el CNES considera que los encuentros en órbita son muy necesarios para el desarrollo de las colaboraciones internacionales. En este camino el avión espacial HERMES desarrollado por Francia constituye un elemento importante para el proyecto de estación orbital habitada, propuesto por el Presidente Norteamericano Ronald Reagan. En efecto el HERMES permitirá optimizar la utilización de tal estación, en provecho del conjunto de los colaboradores, como medio de transporte de materiales y hombres.

También es sabido de todos la colaboración de España en la fabricación de los diferentes modelos de ARIANE, el transbordador espacial europeo, para lo que CASA está en estrecho contacto con la Agencia Espacial Europea (ESA). ■

(1) Aeronomía: estudio de los fenómenos físicos en la alta atmósfera.

(2) Como es sabido, Ecografía es un método de diagnosis médica que utiliza la reflexión de ultrasonidos.

CONCESION DE PREMIOS DE REVISTA AERONAUTICA Y ASTRONAUTICA

Orden 501/10113/87

En consecuencia de lo establecido en la Orden Ministerial número 3332/72, de 11 de diciembre («Boletín Oficial del Ministerio del Aire» número 152), por la que se regula la concesión de los premios «García Morato», «Vara de Rey», «Haya» y «Vázquez Sagastizábal», a los mejores artículos publicados en la Revista de Aeronáutica y Astronáutica, una vez reunida la Junta encargada de la selección de los trabajos publicados durante el segundo semestre de 1986, ha resuelto conceder los indicados premios en la forma siguiente:

Premio «García Morato», dotado con 70.000 pesetas al artículo «La SDI, el Eureka y sus implicaciones estratégicas militares europeas», del que es autor el comandante del Arma de Aviación, Escala del Aire, don José de Aza Díaz.

Premio «Vara de Rey», dotado con 50.000 pesetas al artículo «El espacio geoestratégico español y el Pacto de Varsovia», del que es autor el teniente coronel del Arma de Aviación, Escala del Aire, don Miguel Valverde Gómez.

Premio «Haya», dotado con 45.000 pesetas al artículo «Un Ejército del Aire para la década de los 90», del que es autor el coronel del Arma de Aviación, Escala del Aire, don José Sánchez Méndez.

Premio «Vázquez Sagastizábal», dotado con 35.000 pesetas al artículo «Operación Transat. Cruce del Atlántico de los aviones C.15 mediante reabastecimiento en vuelo por TK.10», del que es autor el capitán del Arma de Aviación, Escala del Aire, don Francisco Javier Rodríguez Martín.

Madrid, 18 de mayo de 1987. ■

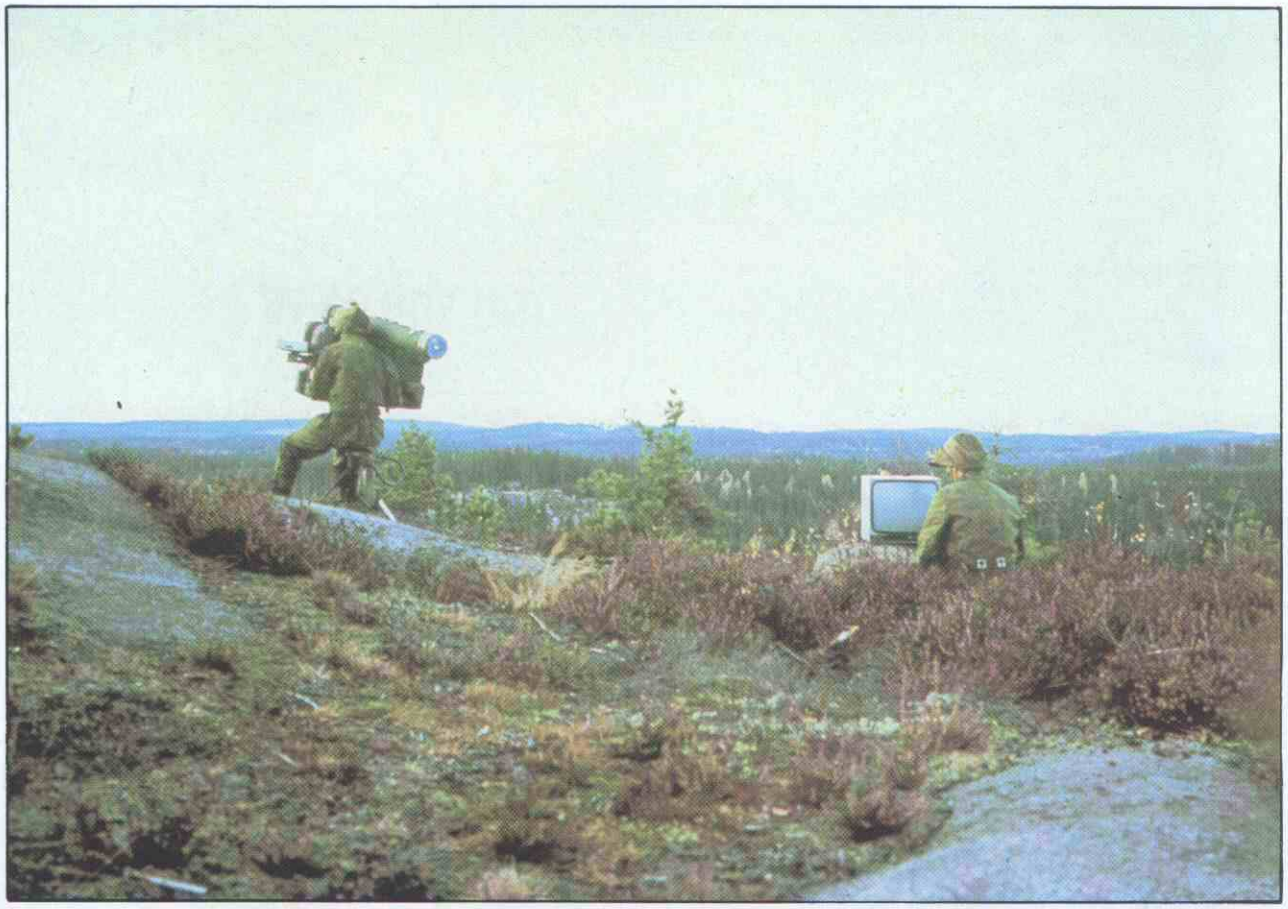
Defensa de bases aéreas, una imperiosa necesidad

VICTOR OCAÑA FERRERA

RECUERDO perfectamente un artículo publicado hace ya 15 años en la Revista Interavia titulado, "¿Es el aeródromo el Talón de Aquiles del avión de combate clásico?". El mismo suscitó encontrados comentarios en dicha publicación, y si bien no era más que un trabajo destinado a dar la mayor relevancia posible al concepto del avión Harrier, se obtenía de él una conclusión clara y concisa, el aeródromo o base aérea es pieza básica y fundamental en la estructura de cualquier Fuerza Aérea.

Etimológicamente la base aérea se define, como el fundamento o apoyo en que estriba o descansa las operaciones de determinados aviones militares. Resulta pues evidente la importancia que, para el eficaz desarrollo de las acciones aéreas propias, tiene el conservar en perfecto estado de empleo la misma frente a los seguros intentos del adversario por inutilizarla.

De lo anterior se desprende que cualquier país que desee conservar cierto grado de credibilidad, ha de proteger sus bases aéreas de acuerdo con el grado de amenaza que se cierna sobre él y cómo no, de los recursos económicos disponibles para tal fin. Ahora bien, dichos medios financieros deberían estar disponibles sobre todo si los medios aéreos que alberga la base han supuesto un gran sacrificio económico, y un importante esfuerzo humano en la Fuerza Aérea del país considerado. De poco valdrá disponer de unos modernos y eficaces medios aéreos, si los mismos se encuentran indefensos ante los ataques del adversario. No invertir



El adiestramiento de los operadores del sistema RBS 70 se hace en simulador, registrándose los datos en video.

algunos millones en proteger aparatos que valen miles de millones, es desde el punto de vista económico una aberración y puede convertir una "inversión" en defensa en un mero "gasto" en defensa, y los dos términos que pueden aparecer como semejantes son diametralmente opuestos. El segundo de ellos nadie debería permitírselo, aún cuando la realidad sea bien distinta.

La amenaza que se cierne sobre una base aérea asume al menos dos formas distintas: la terrestre y la aérea. Debido al medio en que nos encontramos y a la especialidad de quien esto escribe, nos limitaremos sólo a considerar la amenaza aérea. Si bien somos conscientes de que hay que dar una respuesta global a los dos tipos de amenaza, no es menos cierto que dada las peculiaridades de la amenaza aérea puede permitírsenos considerarla aisladamente, a lo que hay que añadir que nuestras limitaciones en conocimientos "terrestres" son grandes y no pretendemos ocupar parcelas que no comprendemos en profundidad, pese a que últimamente parece estar de moda "dominar todos los los campos de la defensa". Nos basta con estar al día de los sistemas contra blancos aéreos, pues es nuestra obligación saber de todo aquello que pueda derribar a un avión, aún cuando no nos gusta nada la idea de que derriben "nuestros aviones".

Tras delimitar la amenaza que vamos a considerar, sepamos algo más de sus características y como hacerle frente con ciertas garantías de éxito. Pese a que podamos pecar de reiterativos, vamos a poner como ejemplo la Guerra de los Seis Días. La misma supuso para Israel un paseo victorioso de su Ejército, gracias a que su Fuerza Aérea acabó con el poder aéreo enemigo en unas pocas horas. Lo anterior fue posible, entre otras circunstancias, por el hecho de que el poder aéreo enemigo fue destruido en gran parte en sus propias bases aéreas, sin darles la posiblidad siquiera de ser empleados ni una sola vez para aquello que fue diseñado y construido, el combate aire/aire, el reconocimiento armado, el apoyo a las fuerzas terrestres, etc. Es una premisa básica de la guerra moderna, que la acción aérea es la fundamental para la eficaz y victoriosa conducción del combate tanto en tierra como en la mar. Por lo tanto es imperioso que la Fuerza Aérea propia obtenga la superioridad aérea lo más rápidamente posible, y si es factible conseguirla antes de que el adversario ponga en el aire sus aviones, mejor que mejor.

Las bases aéreas son objetivos fáciles de localizar, mediante operaciones de reconocimiento, pudiéndose determinar por lo tanto con exactitud su emplazamiento geográfico, así como el de los elementos básicos que la componen. De igual manera, y mediante los reconocimientos radioeléctricos oportunos, se puede determinar las frecuencias radio y de radar con las que se opera. No sería difícil determinar el número y tipo de aeronaves que la dotan. Las tácticas que el adversario utilizaría para atacar un objetivo bien definido, son bastante complejas pudiéndose utilizar diversos métodos de ataque, así como el empleo de una gran variedad de armas especialmente diseñadas para tal cometido, con objeto de permitir al atacante obtener los mejores resultados con una sola pasada, obteniéndose de esta forma una excelente relación eficacia/costo.

Un aeródromo defendido sólo ligeramente, sería atacado principalmente por el método más simple y barato, el ataque directo y en picado, dirigiendo primeramente éste contra los aviones en tierra y a continuación contra las pistas y demás instalaciones. El empleo de bombas de alto explosivo y cohetes de saturación serían las armas elegidas para tal acción.

Las principales bases aéreas de la OTAN, no se encuentran en la situación antes descrita por lo que los métodos de ataque serían más sofisticados, y como consecuencia más costosos para el enemigo. Tales ataques, comprenderían con toda seguridad las siguientes acciones: Ataques en varias direcciones y a baja cota con armas de saturación, precedidos y apoyados por CME y CCME e iniciados por ataques de supresión contra las instalaciones radar, y unidades de defensa aérea. Se emplearían armas especialmente diseñadas con cabezas de combate múltiples, las cuales surten efectos contra blancos blandos y semiduros. Este tipo de munición especial penetra en el interior de la pista, explosionando a continuación, lo que crea cráteres costosos de reparar, asimismo y para dificultar las reparaciones se emplearían también submuniciones antipersonales que no explotan por impacto contra el suelo, y que sí lo hacen al ser removidas. Los ataques se repetirían con variada frecuencia según convenga tras los reconocimientos oportunos, al objeto de no permitir la total reparación de la base por las unidades de ingenieros.

La posibilidad de montar los sistemas RBS-70 a bordo de vehículos ligeros, es una gran ventaja táctica.

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL RADAR "GIRAFFE"

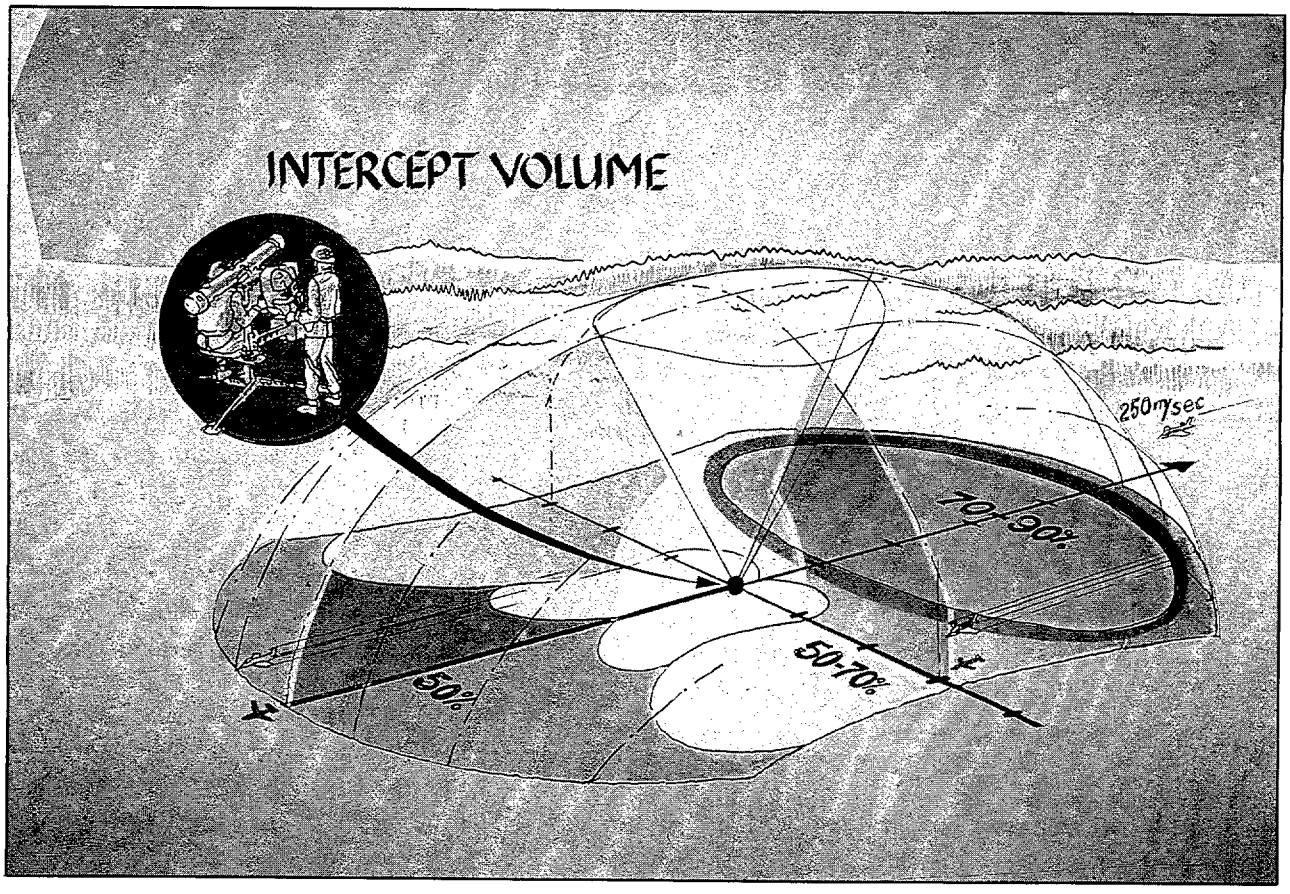
ENLACE DE DATOS

El mensaje de datos se transmite en forma de señales de banda estrecha por radio o hilos.

Número de unidades de tiro: Nueve (9).

Velocidad de transmisión: 1.200 bits/seg.

El mensaje de datos contiene dirección, posición del blanco, clase de velocidad y rumbo, y orden de restricción de tiro.



En este gráfico se nos muestra el volumen de espacio capaz de ser interceptado por el RBS-70.

Cada gran unidad tipo "Frente" del Pacto de Varsovia está apoyada por un "Ejército Aéreo Táctico", compuesto por al menos seis Regimientos de cazabombarderos. Esto permitiría que se monten varios ataques aéreos múltiples por día, contra las bases de la OTAN situadas dentro del radio de acción de dichos aviones. Asimismo, los países del Pacto de Varsovia disponen ya de aviones de combate capaces de evitar las principales barreras antiáreas de la OTAN, atacando a baja cota y con poderosos medios de guerra electrónica. Ante la cantidad y calidad de la amenaza, deben ponerse en acción tanto medidas "pasivas" como "activas" de protección.

Las "pasivas" incluyen el enmascaramiento de edificios, vehículos, pistas e instalaciones, y la fortificación, que incluye la adopción de refugios de hormigón para al menos el 70% de los aviones de cada base, la protección de los puestos de mando y control y de las instalaciones de combustible, la creación de una eficaz organización para la reparación rápida de las pistas y calles de rodadura, y la creación de amplias zonas de dispersión convenientemente camufladas, y con los equipos necesarios para poder emplear operativamente desde ella los aviones. La propia vegetación de la base puede servir para enmascarar zonas vitales. Convendría planificar adecuadamente el despliegue de las unidades aéreas en aeródromos secundarios, así como la utilización de aeropuertos civiles, dotando los mismos de la infraestructura logística necesaria para hacer factible dicho despliegue.

Las medidas "activas" deben estar basadas en un sistema antiaéreo con una serie de características, que le hagan capaz de explotar flexiblemente éstas y capaces de hacer frente con garantías a los distintos tipos de ataques aéreos. Un sistema de defensa aérea que contenga una combinación de cañones y misiles, tiene una mejor capacidad para hacer frente a un amplio espectro de amenazas. Dicho sistema debería ser lo más móvil posible, con objeto de permitir su rápida adaptación a la amenaza evitando que el adversario conozca, mediante reconocimientos previos, su localización exacta, lo que le permitiría atacarlo mediante un bombardero directo de supresión. Las unidades de tiro deberían ser lo más pequeñas posibles, al objeto de permitir su fácil despliegue y a la vez su enmascaramiento, debiendo estar capacitadas por contra para permanecer en alerta de combate durante largos períodos de tiempo. Los enlaces radioeléctricos entre los puestos de alerta, mando y control y las unidades de tiro, deben ser especialmente resistentes a las interferencias que el adversario intentará desde el primer instante.

Las unidades de radar y control de mando sería preferible fuesen móviles, debiendo incluir cada unidad antiaérea al menos dos unidades de este tipo. El control central de mando, centro neurálgico en el combate, debe estar perfectamente organizado y protegido para permitir una alta eficacia a las unidades de tiro. La información de que disponga es esencial sea lo más completa posible de la situación táctica real, ya que sólo con una exacta y amplia información se podrá determinar el grado de amenaza que representa cada atacante. El problema de la identificación es uno de los más graves con los que se enfrenta la OTAN, ya que los actuales sistemas IFF no son todo lo fiables que sería de desear, y no sólo eso, sino que una aeronave propia puede llevarlo apagado por razones tácticas, o bien por haber sufrido

El sistema RBS-70 es lo suficientemente pequeño y móvil para permanecer oculto (y no ofrecer asimismo una posición fija estática).

avería en el combate, exponiéndose por lo tanto en su aproximación a una base aérea amiga a ser objeto de un ataque de las armas de defensa aérea de la misma. Por ello es vital disponer de un muy eficaz sistema de identificación.

La artillería antiaérea de dotación en las bases aéreas debe disponer preferentemente de munición con espoleta de proximidad, siendo su sistema de dirección de tiro principalmente de tipo radar, pudiéndose pasar a guía óptica si las condiciones electrónicas así lo aconsejan. De igual manera los misiles para baja cota, sería deseable dispusiesen al menos de dos sistemas de guía. Se debe estudiar detenidamente las condiciones climatológicas de la zona geográfica de la base, con objeto de no hacer inversiones innecesarias en sistemas "todo tiempo" donde no es necesario, si bien nunca es desechable dicha capacidad. Ahora bien, con las limitaciones presupuestarias existentes hay que analizar detalladamente todos los parámetros, al objeto de obtener una buena relación eficacia/costo.

Llegados a este punto, hemos de confesar que sabemos de la existencia de varios sistemas capaces de hacer frente con eficacia a la creciente amenaza aérea. En lo relativo a cañones de defensa antiaérea tanto Oerlikon, con sus conocidos 35 mm., como Bofors con sus piezas de 40 mm., ofertan diversidad de modelos así como una amplia gama de municiones especialmente aptas. Estas dos firmas copan el mercado mundial occidental con sus diferentes versiones, existiendo además un sector importante cubierto por piezas de 20 mm., y cuyos constructores son numerosos.

En lo relativo a misiles, la oferta es mucho más amplia y variada. Desde los que pueden ser disparados desde el hombro o bien apoyados en un trípode (RBS-70, Stinger, Red-eye, Blowpipe, Javelin, Mistral, etc.), a los instalados de forma fija o en medios mecánicos (Roland, Aspide, Rapier, Chaparral, Crotale, etc.). Desde los de guía óptica a los guiados por láser, infrarrojo o radar. Dependerá pues de los factores enumerados anteriormente elegir el más apropiado a las necesidades que se pretenden cubrir. El hecho de citar en este trabajo tan sólo las principales características de los mismos haría demasiado extenso el presente trabajo.

Como resumen diremos que hemos pretendido realizar una aproximación a la problemática de la defensa de bases aéreas, y de resaltar que existen en el mercado los sistemas apropiados para cubrir con garantías de éxito, la necesidad imperiosa de dotar a las bases aéreas de su **propia** defensa antiaérea. Y no hemos elegido al azar la palabra "propia". Toda Fuerza Aérea debería ser capaz, y para ello estar dotada de los medios adecuados, de garantizar la defensa tanto terrestre como aérea de sus propias instalaciones, y la Base Aérea es la más importante de todas ellas, sin la cual no es posible la acción de los medios aéreos propios, y sin estos no existe hoy en día disuasión creíble. ■

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL MISIL "RBS-70"

Principio de guía: Haz de rayos láser.
Tiempo de despliegue: 30 seg.
Tiempo de reacción: 4/5 seg.
Tiempo de recarga: 7/10 seg.
Alcance eficaz: 5.000 mts.
Cobertura en altitud: 3.000 mts.
Cabeza de combate: Prefragmentada,espoleta de impacto y espoleta lasérica de proximidad.
Probabilidad de derribo: 70-90%.
Peso de la Mira: 35 Kgs.
Peso del trípode: 24 Kgs.
Peso del misil: 25 Kgs. (en contenedor).
IFF: Opcional.
Control de Tiro: Opcional. Radar central "Giraffe".

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL RADAR "GIRAFFE"

RADAR BASICO

Frecuencia:	Banda C
Potencia de salida:	15 Kw. potencia de pico 250 Kw. potencia media
Longitud de impulsos:	3 us alt. 6 us
Frecuencia de repetición de impulsos. (valores medios):	6 kHz alt. 3 KHz.
Factor de mejora de MTI:	50 dB
Cobertura de alcance:	20 Kms. alt. 40 Kms.
Cobertura de velocidad de blanco:	de 30 a 375 mts/seg

ANTENA

Ganancia de la antena:	29 dB
Azimut de abertura del haz:	2°
Angulo de elevación:	cosec² a 60°
Velocidad de giro:	1 Hz.

PRESENTACION

Indicador:	PPI, pantalla de 12" p39
Vídeo:	Sintético (4 niveles) Vídeo "raw" (lineal)
Símbolos:	Círculos de seguimiento del blanco (3) Vector de velocidad del blanco seguido Marcas de emplazamiento de unidades de control de tiro.

noticiario noticiario noticiario

CHARLA COLOQUIO DEL BRIGADIER GENERAL DE LA USAF CHARLES E. YEAGER. El pasado día 22 de abril, patrocinada por el "Instituto de Historia y Cultura Aeronáuticas" y "McDonnell Douglas Corporation", tuvo lugar en el Salón de Actos del Cuartel General del Ejército del Aire una charla-coloquio a cargo del Brigadier General de la USAF Charles E. Yeager. Nació el general Yeager, conocido con el apelativo familiar de "Chuck", en Myra, West Virginia (USA) el 13 de febrero de 1923. Alistado en el "Army Air Corps" en plena II Guerra Mundial logró sus alas de piloto en marzo de 1943 para enseguida distinguirse como piloto de caza derribando 13 aviones enemigos antes de ser, a su vez, derribado sobre la Francia ocupada; tras escapar cruzando la frontera pirenáica regresó a EE.UU. para incorporarse a tareas de instrucción de pilotos, pero muy pronto se incorporó a la actividad que habría de darle fama mundial, los vuelos de prueba de aviones experimentales.

El general Yeager en la época en que alcanzó por primera vez en el mundo la barrera del sonido.

En 1946 se gradúa en la "Test Pilot School" cuando se iniciaba la era de los reactores y el 29 de agosto de 1947 efectúa el primer vuelo autopropulsado en el avión experimental Bell X-1. En este avión y en el noveno vuelo autopropulsado alcanzó por primera vez en el mundo la barrera del sonido (concretamente 1.07 Mach). De nuevo el 12 de diciembre de 1953 es el primer hombre en volar a dos veces la velocidad del sonido pilotando un Bell X-1A.

Jefe de Escuadrón entre los años 1955 y 1958 en este último año se trasladó con el "Ist Fighter Squadron" a la Base Aérea de Morón. En 1961 se graduó por el "Air War Co-

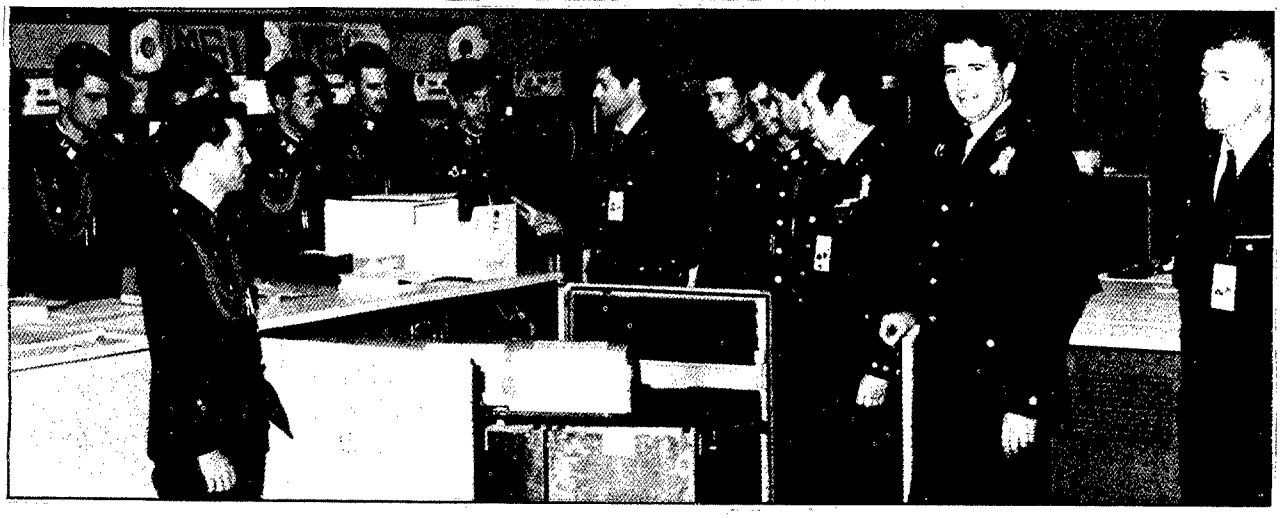
llege" para en el año siguiente pasar a mandar el "Air Force Aerospace Research Pilots School" semillero de futuros astronáutas militares.

En julio de 1966 como jefe de un Ala de caza participó en la guerra de Vietnam volando 127 misiones en Vietnam del Sur. General en 1969 se retiró en 1975 después de haber volado más de 10.000 horas y pilotado 155 diferentes tipos de aviones.

Además de obtener numerosas condecoraciones le fueron concedidos los trofeos MacKay (1948), Collier (1948) y Harmon International (1954); doctor honorario en ciencias por las Universidades de West Virginia, Marshall, Salem y Charleston fue elegido para el "Aviation Hall of Fame" en 1973. En 1976 el presidente Ford le impuso la "Medalla de Honor del Congreso" y el presidente Reagan la "Medalla Presidencial de la Libertad" (1985).

En las fotos que acompañan estas páginas, diversos momentos de la charla-coloquio especial dedicada a la Revista de Aeronáutica y Astronáutica.

Entre los días 3 y 10 de mayo, la 43 promoción de Estado Mayor efectuó un viaje de fin de curso a Portugal. Entre los distintos centros y unidades militares que visitaron en el país vecino, cabe resaltar el que tuvo lugar al Instituto de Altos Estudios de la Fuerza Aérea ubicada en la Base Aérea núm. 1 (Sintra) donde también radica su Academia General del Aire, momento que recoge la fotografía.



VISITA DE LOS ALFERECES ALUMNOS DEL 4.º CURSO DE LA A.G.A. AL CENTRO DE PROCESO DE DATOS. El pasado día 23 de abril giraron visita al Centro de Proceso de Datos, sito en el Aeródromo Militar de Cuatro Vientos, los Alumnos del 4.º Curso del Arma de Aviación E.T.S. y Cuerpo de Intendencia, acompañados de un grupo de Profesores presidido por el comandante don Francisco Javier Criado Portal.

A su llegada al Centro fueron recibidos por el Coronel Jefe del mismo don José María Rubio Coloma y por Jefes y Oficiales del Escuadrón de Proceso de Datos y Escuela de Informática, organismos ambos que componen el Centro, quienes instruyeron a los Alféreces Alumnos acerca de las características, particularidades y misión de la Unidad.

Tras un desayuno de trabajo en el que los Alumnos tuvieron ocasión de departir con los Oficiales del Centro a nivel personal, efectuaron una visita a la Sala de Ordenadores y demás dependencias, invitándoseles a que, quienes se sientan llamados por estas modernas técnicas, escojan a su promoción a Teniente, la especialidad de Informática, como campo de actividad de vital importancia para el Ejército del Aire.

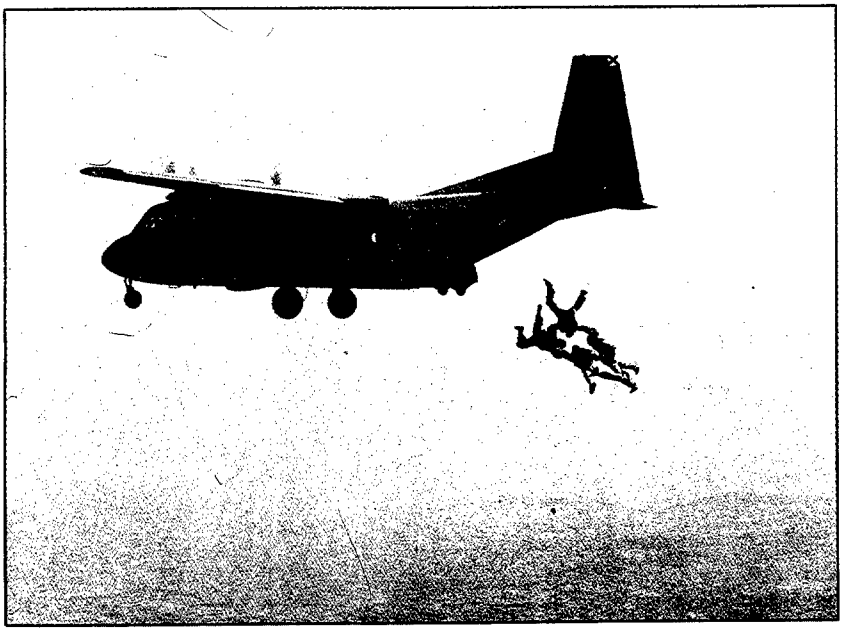
Finalizó la visita con una comida en el Salón de Honor del Pabellón de Oficiales del Aeródromo Militar de Cuatro Vientos.

noticiario noticiario noticiario

XXI CAMPEONATO NACIONAL MILITAR DE PARACAIDISMO DEPORTIVO. Durante los días 20 al 29 de abril se ha celebrado en la Base Aérea de Granada el XXI CAMPEONATO NACIONAL MILITAR DE PARACAIDISMO DEPORTIVO.

La competición ha resultado muy interesante por celebrarse en la ciudad de Granada, que reúne unas condiciones climatológicas especiales y está situada a una altitud de 700 m., lo que hace que la práctica del paracaidismo resulte más complicada que en otras latitudes de la Península.

A lo largo del Campeonato, se impuso el equipo de la P.A.P.E.A. (Patrulla Acrobática de Paracaidismo del Ejército del Aire), seguido de los equipos A y B del Ejército de Tierra y de la Escuadrilla de Zapadores del MATAC.



Las clasificaciones obtenidas en las distintas especialidades fueron las siguientes:

ABSOLUTO

Equipo Campeón: Patrulla Acrobática de Paracaidismo Ejército del Aire (PAPEA). Título, Trofeo General Jefe del Mando de Personal y Medalla de Oro.

Equipo 2.º Clasificado: Ejército de Tierra "A". Medalla de Plata.

Equipo 3.º Clasificado: Ejército de Tierra "B". Medalla de Bronce.

Campeón Individual: Cabo Primero Juan Rodríguez Ruano. Título, Trofeo Jefe del Estado Mayor del Aire y Medalla de Oro.

2.º Clasificado: Sargento Alberto Henarejos Gómez. Título, Trofeo Jefe E.M. DIMT Guzmán el Bueno número 2 y Medalla de Plata.

3.º Clasificado: Cabo Primero Luis Forcén Báez. Medalla de Bronce.

PRECISION

Equipo Campeón: Patrulla Acrobática de Paracaidismo Ejército del Aire (PAPEA). Título y Medalla de Oro.

2.º Clasificado: Ejército de Tierra "A". Medalla de Plata.

3.º Clasificado: Escuadrilla de Zapadores. Medalla de Bronce.

Campeón Individual: Cabo Primero Jesús García García. Título, Trofeo General Jefe de la DIMT Guzmán el Bueno número 2 y Medalla de Oro.

2.º Clasificado: Sargento Alberto Henarejos Gómez. Medalla de Plata.

3.º Clasificado: Cabo Primero Juan Rodríguez Ruano. Medalla de Bronce.

ESTILO

Campeón Individual: Cabo Primero Juan Rodríguez Ruano. Título, Trofeo Jefe Sector Aéreo de Granada y Medalla de Oro.

2.º Clasificado: Cabo Primero Luis Forcén Báez. Medalla de Plata.

3.º Clasificado: Sargento Francisco Borrego Corrales. Medalla de Bronce.

TRABAJO RELATIVO

Equipo Campeón: Patrulla Acrobática de Paracaidismo Ejército del Aire (PAPEA). Título y Medalla de Oro.

Equipo 2.º Clasificado: Escuadrilla de Zapadores. Medalla de Plata.

Equipo 3.º Clasificado: Ejército de Tierra "A". Medalla de Bronce.

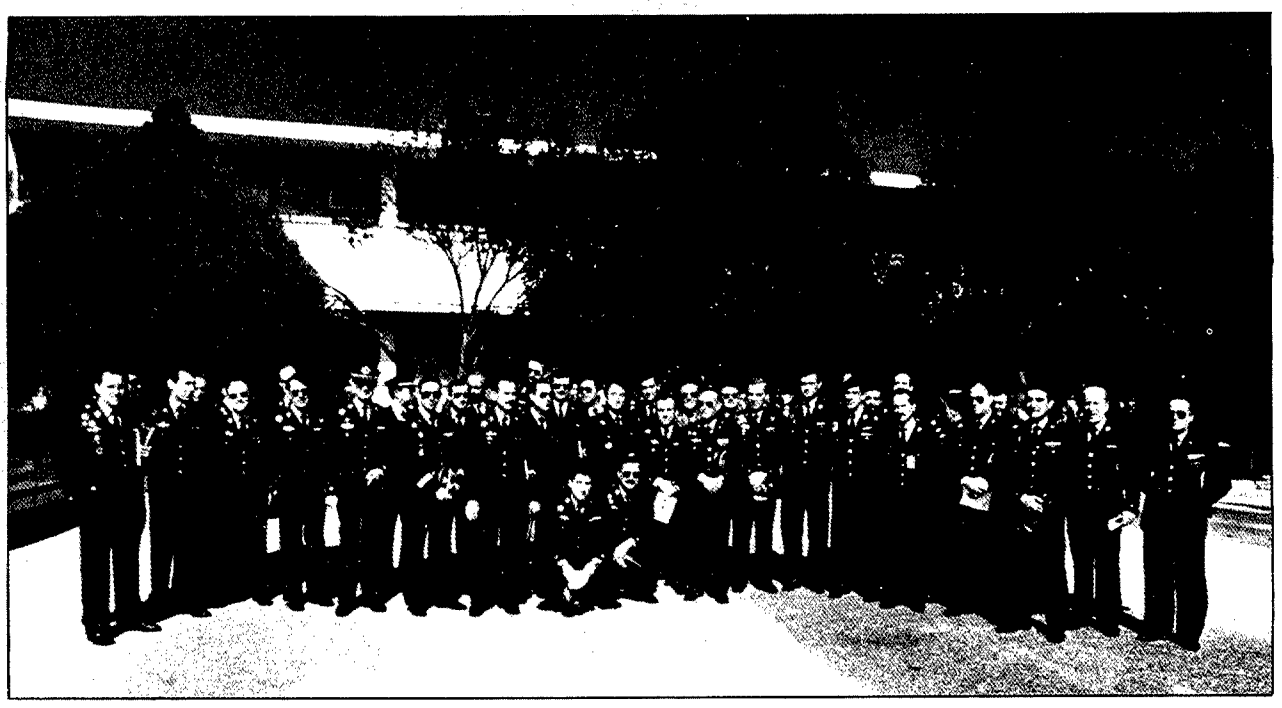
El día 29 de abril tuvo lugar el acto de clausura del Campeonato, presidido por el Capitán General de la Segunda Región Aérea y Jefe del Mando Aéreo Táctico, realizándose durante el mismo una brillante exhibición de paracaidismo por parte de los equipos participantes, finalizando con un acto de homenaje a los Caídos, con ofrenda de una corona.

EPILEPSIA EN MADRID, 1987. Los días 29 y 30 de mayo se ha desarrollado en Madrid un Congreso Internacional sobre Epilepsia, coincidiendo con la celebración del centenario de la Escuela Neurológica Madrileña y con el nacimiento del profesor Lafora, insigne figura de la neurología mundial y único español que ha dado nombre propio a una efermedad.

El Congreso está organizado por la Asociación Madrileña de Neurología con la colaboración del Servicio de Neurología del Hospital del Aire y las sesiones científicas se han realizado en el Aula Magna de dicho Hospital. En él participaron destacadas figuras de la Neurología, tanto extranjeros (A. Culebras, J. Delgado, Escueta, F. Ferrillo, J. M. Orgogozo y G. Monen) como nacionales (A. Gimeno, J. M. Moreno, E. Varela de Seijas, F. López López, E. Martín González y S. Giménez Roldán) que trataron temas de importante actualidad en epileptología: riego cerebral y epilepsia, muerte neuronal en las crisis epilépticas, síndromes epilépticos, narcolepsia, aspectos terapéuticos, estudios hormonales en epilepsia, electrodiagnóstico, etc...

Junto a esto se ha rendido un homenaje al profesor Lafora desarrollando ponencias acerca de su vida y obra.

noticiario noticiario noticiario



VISITA DE LA 44 PROMOCION DE ESTADO MAYOR DE LA ESCUELA SUPERIOR DEL AIRE AL MATAC. El pasado día 30 de marzo y encuadrado en el marco de visitas que la Escuela Superior del Aire tiene programadas, llegó a Sevilla la 44 promoción de Estado Mayor acompañada por el General Director y varios profesores del Centro. Comenzaba así una estancia de cuatro días de duración, en los que tuvieron la ocasión de conocer de cerca unidades como la Escuela de Apoyo Aéreo, el Grupo de Control Aéreo y el Ala núm. 21. En todas ellas vivieron sendas jornadas de confraternización con el personal de las mismas, al mismo tiempo que mediante briefings y recorridos por sus distintas instalaciones, pudieron adquirir un conocimiento más exhaustivo de su funcionamiento y operatividad.

CONDECORACIONES AL SAR. Dos Organizaciones, La Cruz Roja Española a través de su Asamblea de Madrid y la Dirección General de Protección Civil, han querido resaltar la humanitaria labor que a diario realiza el Servicio de Búsqueda y Salvamento (SAR) del Ejército del Aire, concediendo a alguno de sus miembros más destacados sus medallas al mérito.

En un acto celebrado el pasado 12 de marzo en la Dirección General de Protección Civil, el Subsecretario del Ministerio del Interior, señor Martín Palacín, impuso la Medalla al Mérito de Protección Civil, en su categoría de plata al comandante don Vicente Devesa Berenguer, hasta hace muy pocos meses destinado en el 803 Escuadrón del SAR y en categoría de bronce al teniente coronel don Antonio Llamas Casero, Jefe del RCC de Madrid y capitán don Rafael Marmolejo Oña, del 801 Escuadrón de FF.AA.

El traslado de enfermos: Reintegro de gastos

EN el Boletín Oficial del Estado de 4 de mayo de 1987 (B.O.D. de 7 de mayo) aparece publicada la Instrucción 20/1987, de 27 de abril del Instituto Social de las Fuerzas Armadas, por la que se regulan los gastos por traslado de enfermos.

La nueva regulación representa un avance transcendental para la configuración, en su plenitud, de la prestación sanitaria, al tiempo que viene a poner fin a ciertas divergencias en los criterios interpretativos existentes entre el ISFAS y los respectivos Ejércitos por lo que a la responsabilidad económica de los desplazamientos se refiere.

Sobre las anteriores consideraciones aún debe resaltarse otra adicional: es la primera vez que un Régimen de Seguridad Social ofrece una ordenación sistemática de la materia y lo que es más decisivo lo lleva a la luz pública a través de los periódicos oficiales, cumpliendo el principio de publicidad como supremo test de fiabilidad en lo que ha venido en llamarse Administración Prestacional y redimiendo la tradicional indefensión del administrado ante un reducto amplio del actuar discrecional.

Entre las diversas opciones o niveles posibles, el citado texto se orienta por una fórmula de máxima cobertura: dentro de los gastos de traslado indemnizables se incluyen junto a los de estricta locomoción, aquellos otros relativos a la manutención y estancia en el punto de destino; asimismo en idéntica medida los gastos originados por la presencia de acompañante, cuando ésta viniera justificada.

GASTOS DE LOCOMOCION

Inclusiones

Los gastos de locomoción que pueden ser objeto de compensación por el ISFAS se caracterizan con una doble exigencia:

— El desplazamiento ha de comportar un desembolso de cierta entidad para la economía de los particulares, bien sea por razones del lugar, tiempo o modo en que se produce (el gasto es apreciable y no insignificante). Sería inconcebible la pretensión de movilizar el aparato burocrático para el reintegro de una ínfima cantidad, resultante por ej.: del trayecto en una línea municipal de autobuses..., en cuanto pugna con un elemental principio de eficacia administrativa.

El desplazamiento debe quedar justificado en vista de las circunstancias concurrentes (el gasto es necesario), no siendo admisible la solicitud cuando el mismo o el medio utilizado no obedezcan a causas objetivas y sí a la sola voluntad de los beneficiarios.

De la conjunción entre ambos criterios se obtiene gráficamente el siguiente cuadro, con los tres supuestos previstos en la Instrucción:

FUNDAMENTO	*LEGITIMACION PARA EL REINTEGRO*
EXCESIVA ONEROSIDAD DEL DESPLAZAMIENTO	**NECESIDAD Y RACIONALIDAD DEL DESPLAZAMIENTO**
Lugar: desp. interprovinciales ...	**Insuficiencia de los servicios sanitarios en el ámbito provincial.**
Tiempo: desp. prolongados	**La propia característica de los procesos o tratamientos: diálisis, rehabilitación, radioterapia, cobaltoterapia, quimioterapia antineoplásica y similares.**
Modo: utilización de medios extraordinarios (2)	**Imposibilidad de utilización de medio de transporte ordinario (1) por la naturaleza de la lesión, padecimiento o estado físico del enfermo.**
extraordinarios (2)	

(1) Ferrocarril, autobús y transporte marítimo en los desplazamientos extrapeninsulares.
(2) Taxi o vehículo de alquiler, ambulancia, transporte aéreo y demás de análoga naturaleza.

Exclusiones absolutas

Se deducen fácilmente de lo expuesto: quedan excluidos los traslados realizados por medios ordinarios dentro de la misma provincia y aquellos que sean consecuencia de la voluntad unilateral del enfermo.

Exclusiones relativas

— Los traslados resultantes de las facultades de inspección y control confiadas al Mando Militar y los que se originen de lesiones producidas en acto de servicio o enfermedad profesional que, en principio, correrán a cargo de los respectivos Ejércitos.

— Cuando la asistencia médico-quirúrgica del beneficiario estuviera encomendada al INSALUD o a una Entidad de Seguro Libre mediante concierto, los traslados serán responsabilidad de los mismos y no del ISFAS.

— Los de ámbito internacional que, aún hallándose virtualmente excluidos, pueden dar motivo a la solicitud de un préstamo de carácter social e incluso, acreditada la carencia relativa de recursos económicos

y la necesidad o conveniencia del traslado, a su compensación total o parcial por vía de Asistencia Social.

Contenido económico

La cuantía del reintegro se objetiva a través de un simple límite:

— El reintegro se realizará por el importe correspondiente al medio de transporte que según informe médico debió utilizarse, con independencia de aquél en que efectivamente fue llevado a término el traslado.

— Si hubiere pluralidad de tarifas, se indemnizará por la de segunda clase, clase turista o equivalente.

— En evitación de enriquecimiento, el reintegro no podrá exceder el importe realmente satisfecho por el interesado.

MANUTENCION Y ESTANCIA

Finalidad

Con objeto de compensar el incremento de los gastos por alimentación y hospedaje producidos en aquellos desplazamientos fuera del lugar de la residencia habitual del beneficiario, cuando no van acompañados de internamiento en Centro Sanitario.

Supuestos de hecho

Son idénticos a los vistos para los gastos de locomoción, a salvo, lógicamente la mera utilización de medios de transporte extraordinarios, esto es: los desplazamientos interprovinciales causados por las insuficiencias o configuración territorial de los servicios y los tratamientos ambulatorios de naturaleza prolongada.

Contenido económico

El importe a satisfacer será de 2.550 pesetas diarias y en general el que, en cada momento, tenga fijado el ISFAS como ayuda compensatoria por hospitalización o internamiento voluntario en Centros no concertados. La citada cifra se reducirá a la mitad cuando el paciente haya de almorzar en la localidad de destino, pero la naturaleza del traslado permita pernoctar en su residencia habitual.

ACOMPAÑANTE

En los mismos términos y condiciones se satisfarán los gastos de locomoción, manutención y estancia de un acompañante, cuando se juzgue imprescindible su concurso. ■

SAVILOSA

(Sociedad Aeronáutica Virgen de Loreto, S. A.)

Calle Sierra, 25 — Getafe
Teléfonos 681 80 11 (3 líneas) — (Madrid)
TELEX: 43229 COIM-E (Indicar clave 925 en texto) — ESPAÑA

PROYECTOS Y PRODUCTOS
PARA LA INDUSTRIA AEROESPACIAL

IMPORT-EXPORT

Damos soluciones a sus problemas

NORMAS DE COLABORACION

Puede colaborar con la Revista de Aeronáutica y Astronáutica toda persona que lo desee, siempre que se atenga a las siguientes normas:

1. Los artículos deben tener relación con la Aeronáutica y la Astronáutica, las Fuerzas Armadas, el espíritu militar y, en general, con todos los temas que puedan ser de interés para los miembros del Ejército del Aire.
2. Tienen que ser originales y escritos especialmente para la revista, con estilo adecuado para ser publicados en ella.
3. Los trabajos no pueden tener una extensión mayor de OCHO (8) folios, de 36 líneas cada uno, mecanografiados a doble espacio. Los gráficos, dibujos, fotografías o anexos que acompañan al artículo no entran en el cómputo de los ocho folios.
4. De los gráficos, dibujos y fotografías se utilizarán aquellos que mejor admitan su reproducción.
5. Además del título deberá figurar el nombre del autor, así como su domicilio y teléfono. Si es militar, su empleo y destino.
6. Al final de todo artículo podrá indicarse, si es el caso, la bibliografía o trabajos consultados.
7. Siempre se acusará recibo de los trabajos recibidos, pero ello no compromete a su publicación. No se mantendrá correspondencia sobre los trabajos, ni se devolverá ningún original recibido.
8. Toda colaboración publicada será renumerada de acuerdo con las tarifas vigentes, que distingue entre los artículos solicitados por la Revista y los de colaboración espontánea.
9. Los trabajos publicados representan exclusivamente la opinión personal de sus autores.
10. Todo trabajo o colaboración se enviará a:

REVISTA DE AERONAUTICA Y ASTRONAUTICA
Redacción: Princesa, número 88. 28008 - MADRID

La aviación en los libros

LUIS DE MARIMON RIERA, Coronel de Aviación

Robert J. Serling

EL AVION PRESIDENCIAL HA DESAPARECIDO

BRUGUERA

FICHA TECNICA

Título original en inglés:	*THE PRESIDENT'S PLANE IS MISSING.*
Título en español:	*EL AVION PRESIDENCIAL HA DESAPARECIDO.*
Autor:	*R. J. SERLING.*
Género:	*Novela de intriga sobre ambiente aeronáutico.*
Nº de páginas:	*351 en total, divididas en 15 Capítulos y 1 Epílogo.*
Primera edición en español:	*Año 1980, por EDITORIAL BRUGUERA (Barcelona).*

NOTICIA SOBRE EL AUTOR

R. J. Serling es un novelista norteamericano especializado en la temática aeronáutica, que en sus obras demuestra conocer a fondo.

Este conocimiento se extiende no solamente al aspecto puramente técnico, sino también a la comprensión humana y psicológica de los aviadores y de su entorno profesional y familiar; facetas que si bien tienen un fondo común varían considerablemente en el orden individual.

Su estilo es ágil y dinámico, sin concesiones a un barroquismo literario que si bien podría contribuir a la consecución de una expresión de elevada talla, diluiría inevitablemente la agilidad propia y típica de la moderna novela de aventuras.

Además de la obra que hoy comentamos, Serling es el afortunado autor, entre otras, de novelas tan famosas como "EL ASIENTO DEL PILOTO" y "LA MUJER PILOTO", ambas traducidas al español y la primera de éllas ya reseñada hace algún tiempo en esta sección de Revista de Aeronáutica y Astronáutica.

COMENTARIO PREVIO

Indudablemente esta novela constituye una de las obras maestras del estilo de intriga y "suspense". Su publicación en los EE.UU. fue, en su día, de uno de los más afamados "best-sellers", alcanzando rápidamente elevadas cotas de venta y comercialidad, así como del unánime aplauso del siempre difícil sector de la crítica literaria.

Construida sobre un argumento sumamente original, se desarrolla con un constante y creciente ritmo de apasionante trama que va saltando de sorpresa en sorpresa, apoderándose totalmente del ánimo del lector que queda sorprendido al comprobar que aquéllas no solo no se despejan totalmente, sino que, además, en cada una de las siguientes páginas aparecen nuevas incógnitas que complican, todavía más, el impenetrable misterio.

ANALISIS DE LA OBRA

La estructura argumental presenta dos vertientes distintas, pero igualmente apasionantes. La primera es la estrictamente aeronáutica y la segunda, consecuencia de la anterior, la relativa a la política revulsionada y angustiada al conocerse la desaparición en pleno vuelo, de forma inexplicada, del Avión Presidencial que lleva a bordo al Presidente de los EE.UU.

Esta súbita desaparición —sin ninguna llamada de socorro— se produce en el transcurso de un vuelo rutinario, con la finalidad de llevar al Presidente a la costa californiana para disfrutar unos días de vacaciones.

Todas las autoridades aeronáuticas militares y civiles conocen el programa de este vuelo así como todos los centro de control implicados en él. Las predicciones meteorológicas son favorables y la previa y minuciosa inspección del avión cumple con los máximos requisitos de seguridad.

La tensión se agudiza cuando pasan los días y a pesar de la intensísima búsqueda no se halla ningún rastro del avión. Por fin los restos del mismo son localizados en una angosta quebrada del desierto. Todos los pasajeros y los miembros de la tripulación han perecido y están horriblemente despedazados por lo que su identificación es tan lenta como difícil.

Poco a poco la noticia ha trascendido al gran público y es objeto inmediato de la vivísima atención de las grandes agencias periodísticas. Y de pronto salta otra tremenda sorpresa: no falta ningún cadáver pero ninguno de éllos corresponde al Presidente; en cambio "sobra" uno, el de una persona completamente desconocida y que no se logra identificar. La pregunta salta en todos los círculos, ¿está vivo?, ¿está muerto?, ¿ha sido secuestrado? Todo es inútil para intentar resolver estas incógnitas.

En estas condiciones la acción se traslada a los más altos niveles políticos. El Vicepresidente de la Nación se hace cargo interinamente de las riendas del poder, ya que no puede hacerlo en propiedad mientras no se demuestre que el Presidente ha muerto.

El Vicepresidente es un hombre mediocre y le asustan las responsabilidades (él es el primer convencido de su mediocridad), pero poco a poco se va aferrando al poder, tomando las más descabelladas resoluciones que súbitamente culminan en la aberrática decisión de atacar nuclearmente por sorpresa a la Unión Soviética, en contra de la desesperada opinión de buena parte de los miembros de su gabinete.

Ahí dejamos el comentario para no desvelar, en beneficio del lector, el supremo misterio de la novela. Sólo añadiremos que es sin duda la máxima sorpresa de la obra. ■

Por R. S. P.

ACTIVE GROUND DEFENCE OF AIRFIELDS IN THE U.K.

Group Captain K. H. Minton

AIR CLUES VOL. 41 - Número 3, marzo de 1987

El aumento acelerado de las amenazas hará que cada día se escriba más sobre la defensa de los aeródromos contra los ataques por tierra. Este trabajo contempla todas las posibilidades: extremistas, pseudopacifistas, terroristas y fuerzas especializadas introducidas furtivamente en los albores de una guerra. Estudia los puntos vulnerables de los aeródromos británicos, sus zonas defensivas, los medios, las tácticas, el entrenamiento del personal y las principales carencias que se observan en Gran Bretaña en cada uno de estos sectores.

FISCAL YEAR 1097 — U.S. DEFENCE BUDGET

Mervin Leibstone

NATO'S SIXTEEN NATIONS —VOL. 31— número 8. Diciembre de 1986.

R. de A. y A. tuvo la oportunidad de comprobar personalmente, en la entrega de los F-18 a España, en St. Louis, la gran capacidad de quien es hoy uno de los mejores comentaristas militares: el autor de este artículo sobre el Presupuesto de Defensa de EE.UU. para 1987, que, en su opinión inicia la curva descendente en la, hasta ahora, incontenible ascensión de los gastos de defensa norteamericanos. Las principales reducciones afectarán a la Iniciativa de Defensa Estratégica y al C^3I. Otra víctima de relieve ha sido el avión de escuela, Fairchild T-46. El Congreso se ha pronunciado a favor de una Iniciativa de Defensa Convencional que va a constituir la tendencia de todos los presupuestos del futuro inmediato.

RECONOCIMIENTO AEREO TACTICO

¿Acaso ya no son necesarios los medios aéreos tripulados?

Víctor Ocaña Ferrera

TECNOLOGIA MILITAR Número 3 — 1987.

El autor responde que sí son necesarios los medios aéreos tripulados. En su opinión toda nación debe disponer de los tres medios de reconocimiento aéreo: satélites, vehículos de control remoto y aviones. Llega a esta conclusión, después de un largo y documentado artículo en el que nos detalla los procedimientos y los medios de este complejo y diversificado sector de la aeronáutica militar.

RAISING THE AIQ OF THE SPACE STATION

Ewald Heer y Henry Lum

AEROSPACE-AMERICA Enero, 1987.

Llevar la Inteligencia Artificial (IA) al espacio. Eso es lo que espera lograr la NASA, a tiempo para convertir la primera estación orbital en un sistema inteligente, autónomo, capaz de detectar fallos, hacer simulaciones, guiar a los robots del espacio y comunicarse con los hombres, sin necesidad de manipulación mecánica.

Veinticinco años se estima que se tardará en conseguirlo. Aún no está terminado el proceso básico de convertir la inteligencia humana en inteligencia artificial.

CIVIL AVIATION, HIJACKING AND INTERNATIONAL TERRORISM

Humphrey G. Dawson

THE AERONAUTICAL JOURNAL —VOL. 91, número 902— Febrero 1987.

Los atentados contra la Aviación Civil siguen aumentando en número y en gravedad. En 1985 hubo acciones criminales con 473 muertos y 375 heridos, en comparación con los 104 muertos y 139 heridos de los diez años anteriores.

Este artículo, que es el más completo de los muchos que han llegado a nuestras manos sobre esta materia, da una relación de todos los crímenes, pero se concentra en los que son debidos al terrorismo internacional. Propugna el autor una serie de medidas, pero no oculta su pesimismo, fundado, sobre todo, en los enormes recursos con que cuentan hoy las organizaciones terroristas. Sólo el Frente de Liberación de Palestina dispone de un capital de 1.500 millones de dólares. Y la cooperación es más estrecha entre estas organizaciones, que entre los gobiernos de las naciones. ■

La aviación en el cine

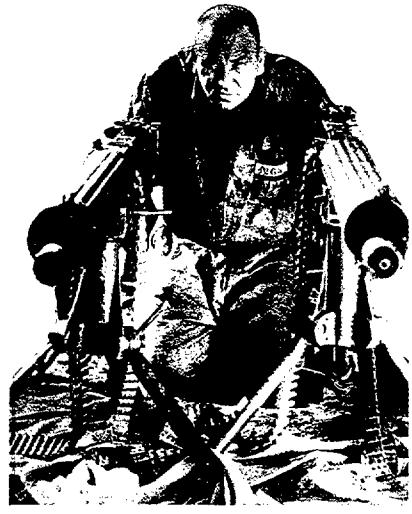
VICTOR MARINERO

AVIADORES-CINEASTAS (I)

Volviendo a la "Lista de revista" que dejamos en abril en la "B", con el héroe juvenil Freddie Bartholomew, citaremos de pasada a **Vince Barnett** (1902-77); quien a pesar de ser uno de los primeros pilotos de las líneas aéreas transcontinentales de E.U. en los años 20 y protagonizar **"Air Maniacs"** en el 34; derivó hacia papeles cómicos de "gangster"; llegando a intervenir en un centenar de películas.

Sy Bartlett (1909-78), cuyo verdadero nombre era Sacha Baraniev, nacido en Nikolaiev (Rusia), llegó a E.U. a los 4 años de edad. De mayor, furibundo antinazi, se mostraba orgulloso de haber sido el primer oficial de la USAF que (agregado a la RAF) realizó una misión de bombardeo sobre Berlín. Dentro de su amplia carrera cinematográfica, fue guionista de **"12th O'Clock Five"** y productor de **"A Gathering of Eagles"**.

Sobre **Wallace Beery** (1885-1949), de Kansas City, Missouri, ya nos hemos referido en otras ocasiones a su afición por la aeronáutica. Piloto civil privado volaba siempre que le era posible en un avión de 8 plazas, cubiertas normalmente por cineastas invitados. Inició su vida, dedicada primordialmente al espectáculo, como domador de elefantes; pero dejó el circo cuando un leopardo le desgarró el brazo. De las compañías de la legua, saltó a Broadway. En los cortometrajes de sus comienzos en el cine —y ya con un corpachón impresionante— tuvo un gran éxito cómico representando el papel de una jovencita sueca: Sweedie. Interpretó toda clase de personajes "buenos" y "malos" y en 1932 ganó merecidamente un Oscar por su personificación del boxeador borracho y paternal en **"The Champ"**. Tuvo destacadas participaciones "aéreas" en "Titanes del cielo" (**Hell Divers**) (1931) y "Nido de



águilas" (West Point of the Air) (1935).

Richard Boone (1917-81), de Los Angeles, abarcó numerosas profesiones: explorador de yacimientos minerales, pescador, boxeador, barman, **aviador**... (aunque durante la 2.ª G.M. sirvió en la Armada). Aseguraba ser descendiente del famoso trampero del Oeste, Daniel Boone, terror y prisionero —alternativamente— de los indios y que exploró la Lusiana al servicio de España. Richard tuvo su propia serie —con su nombre— en TV; y pasó sus últimos años pintando en Florida.

Stephen Bosustow (1911-81) de Victoria, Canadá, fue productor y director de películas de dibujos animados. Antes de fundar su propia compañía trabajó para Iwerks, Lantz y Disney. Pero en 1941 encabezó una rebelión contra la "dictadura" de éste y se "refugió", como proyectista, en la **Hughes Aircraft Company,** fundada en 1932 por el genial cineasta Howard Hughes. Bosustow es el creador de los famosos personajes **Gerald McBoing Boing** y **Mr Magoo**; cuyas series de aventuras cómicas suelen girar alrededor de la aviación.

John Boulting (1913) de Bray, Inglaterra, sirvió durante la 2.ª G.M. en la RAF-Film Unit. El y su hermano Roy, éste en el Ejército, fueron productores y directores de películas sobre hechos de la contienda acaecidos poco tiempo antes.

Frederic Brisson (1912) de Copenhague, educado en Inglaterra, llegó a Tte. Coronel de la US Army Air Force y Consejero de la Secretaría de Guerra, produciendo varios filmes sobre la guerra en curso.

Charles Bronson (1921), pese a su auténtico apellido lituano Bunchinsky, nació en Ehrenfeld, Pennsilvania. Su padre, minero, tuvo 15 hijos. Y él no tuvo otro recurso que bajar también a la mina, de muy joven. En la guerra fue ametrallador de cola en bombarderos B-29 y tomó parte de las operaciones en el Pacífico. Después, su rostro prematuramente arrugado se hizo pronto célebre en las pantallas. En 1971 recibió un merecido Globo de Oro como actor más popular entre los espectadores de TV. En "El amo del mundo" (**Master of the World**) da la réplica a Vincent Price, el científico loco creador de la máquina voladora "Albatros". En **"Operación Haylift"** la Fuerza Aérea ayuda a los granjeros a salvar el ganado huido durante una tormenta de nieve.

Clarence Brown (1890) de Clinton, Massachusettss, es uno de los directores más destacados en la historia del cine y principal colaborador del éxito de Greta Garbo. No se contentó con haber sido aviador en la 1.ª G.M. sino que conserva su propia escuadrilla aérea. La Universidad de Tennessee, donde estudió ingeniería, le dedicó el teatro que ostenta orgullosamente su nombre. Para sus películas ha preferido argumentos de la literatura clásica.

Tom Brown (1913), Nueva York, paracaidista durante la 2.ª G.M. llegó a Tte. Coronel, en la campaña posterior de Corea. Es curioso señalar que, como actor, siempre quiso hacer papeles de hombre "duro", sin conseguirlo nunca, dadas sus facciones y expresión "angelicales". En 1950 intervino en **"Operation Haylift"**; y en el 61, en **"The Choppers"**. ■

¿sabías que...?

...McDonnell Douglas podría participar en el programa del A330 de Airbus Industrie. Sin embargo el mayor problema en este sentido continúa siendo la estrategia combinada de los Airbus A330 y A340 frente a la gama de los MD-11 de McDonnell Douglas. Las conversaciones para esta posible colaboración empezaron hace pocos meses y se mantienen a alto nivel ejecutivo, en un clima abierto y franco y contemplan además de la posibilidad anterior un amplio abanico de éllas.

Ambas partes han acordado continuar las conversaciones explotando las posibles áreas de interés común?

* * *

...el A320 de Airbus Industrie está realizando las pruebas en vuelo necesarias para conseguir la certificación de la versión dotada del motor CFM56-5?

Esperan terminar esta serie de vuelos de una duración de 1.200 horas en febrero de 1988. Esta versión es muy interesante ya que está dotada de mandos digitales, técnica que Airbus piensa incorporar a todos sus futuros aviones de transporte.

* * *

...en la fábrica de McDonnell Douglas de Torrance, California, se ha mecanizado la mayor pieza de aluminio forjado del mundo?

Se trata de una pieza del nuevo trirreactor MD-11, que pesa 205 kilos y sirve para sujetar la parte superior del timón vertical y la toma de aire del motor de cola. Para la mecanización se utilizó una máquina de cinco ejes de control numérico?

* * *

...La empresa Phillips 66 Company ha desarrollado, en su División de Materiales Compuestos Avanzados un producto de alta resistencia y de muy bajo peso que tendrá gran utilidad en la fabricación de partes de los aviones y de los helicópteros, fundamentalmente en carenados, paneles interiores y puertas de acceso. Este material consiste en una cinta de fibra de Kevlar, embebida en una base de resina de sulfito polifenilénico Ryton. Puede ser laminado, conformado y sobre todo resiste a la fatiga?

* * *

...La empresa TECAL S. A., situada en la calle Játiva 7, - 28007 Madrid (Teléfono: 251 99 60), organiza cursos de formación en Control de Calidad y de Ensayos no destructivos que comprenden la Radiografía, los Ultrasonidos, las Corrientes Inducidas, los Líquidos Penetrantes, las Corrientes Magnéticas y los Ensayos de Fugas. TECAL colabora con Centros similares nacionales y extranjeros, y está constituida por personal con más de 20 años de experiencia industrial, de investigación y pedagogía en los campos en que desarrolla sus actividades?

* * *

...por Real Decreto Legislativo 670/1987, de 30 de abril, se aprobó el texto refundido de la Ley de Clases Pasivas, que afecta a todo el personal, tanto civil como militar, de la Administración del Estado?
(Del BOD. número 102).

* * *

...ha sido dada una nueva ley de conflictos jurisdiccionales, que modifica y actualiza a la vigente hasta ahora?

Esta ley de conflictos jurisdiccionales regula entre otros los que se susciten entre los Capitanes Generales de los tres Ejércitos como parte de la Administración y los Juzgados o Tribunales, entre éstos y la jurisdicción militar, y entre ésta y la Administración?
(Del BOD. número 97).

Semblanzas

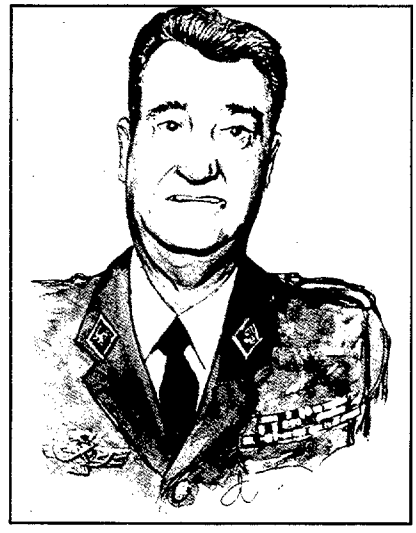
EMILIO HERRERA ALONSO, *Coronel de Aviación*

CARLOS FERRANDIZ ARJONILLA

(1906-1978)

Carlos Ferrándiz Arjonilla, que había nacido en Valencia el 31 de julio de 1906, ingresó en la Academia de Artillería, en Segovia, a los diecisiete años de edad, siendo promovido a teniente en 1928. Tuvo su primer destino en el 7.º Regimiento de Artillería Ligera, de guarnición de Mataró, pero no permaneció en él mucho tiempo, pues habiendo solicitado pasar al Servicio de Aviación, se incorporó en 1930 al curso de oficiales aviadores, y tras realizar en Cuatro Vientos el curso de observador, fue en mayo destinado a Larache, al 3er. Grupo de la Escuadra de Marruecos, equipado con biplanos R-III. Un año más tarde se incorporaría a Albacete para allí seguir el curso de piloto elemental, pasando luego a la Escuela de Guadalajara y, tras efectuar los vuelos y prácticas correspondientes, recibir el título de piloto militar, yendo como tal destinado a la Escuadra número 3, en Barcelona.

En julio de 1936, siendo alumno de la Escuela Superior de Guerra en la que había ingresado un año antes, se encontraba en Tarragona disfrutando sus vacaciones estivales, y se unió al levantamiento de aquella guarnición, y fracasado aquél y sometida ésta, fue detenido, quedando preso en Barcelona en el barco-prisión *Uruguay* en el que permaneció hasta finales de 1937 en que habiendo obtenido la libertad vigilada, logró pasar la frontera y, a través de Francia, alcanzar por Irún la España nacional, incorporándose al Ejército de Tierra, y, ascendido a capitán, fue destinado al E.M. de la División marroquí, 150, participando con ella en la ofensiva de Aragón, avanzando al sur del Ebro en unas operaciones en que su división se distinguió en las con-



quistas de Azuara, Lécera y Puebla de Híjar, y en la rotura de la fuerte línea enemiga del Guadalope donde tan brillante actuación tuvo el Grupo de "cadena" de *Heinkel 51*, abriendo paso en escalofriantes pasadas, sin impresionarse por la tupida red de trazadoras con que el enemigo trataba de impedir su labor, a la infantería propia, ganando así la Medalla Militar Colectiva. En mayo pasó el capitán Ferrándiz al E.M. del Cuerpo de Ejército de Urgel, y con él participó en la ofensiva de Cataluña que llevó a las fuerzas nacionales hasta la frontera francesa.

Terminada la guerra, ingresó Carlos Ferrándiz en el recién creado Ejército del Aire y, tras pasar por la Escuela de Transformación para un curso de reentrenamiento, realizó el de caza, siendo luego destinado a mandar la Escuela Elemental de Pilotos de Badajoz, cargo que conservó en 1941 al ascender a comandante. Hizo el curso de Vuelo sin visibilidad el año siguiente y, designado inspector de la 3.ª Escuadrilla expedicionaria a Rusia, inició su actividad bélica en el sector de Orel el 1 de diciembre. El 24 de febrero de 1943, mientras con su patrulla llevaba a cabo la protección de una formación de *Junkers 52*, entabló combate con doce *P-2* soviéticos, obteniendo su primera victoria al derribar un avión seguro y otro, probable, sobre Shidras; los días 7 y 8 de marzo, en sendos combates en Seschtschinskaja, abatió un *Lag-1* y un *Il-2*. A su regreso a España fue recompensado con la Cruz de Guerra con Palmas.

Ascendido a teniente coronel en 1945, fue destinado a la A.G.A. como Jefe de Vuelos; realizó el curso de Transmisiones y, ascendido a coronel en 1952 fue nombrado Jefe de Protección de Vuelo de la R.A. de Levante de cuyo E.M. fue designado Jefe en 1956.

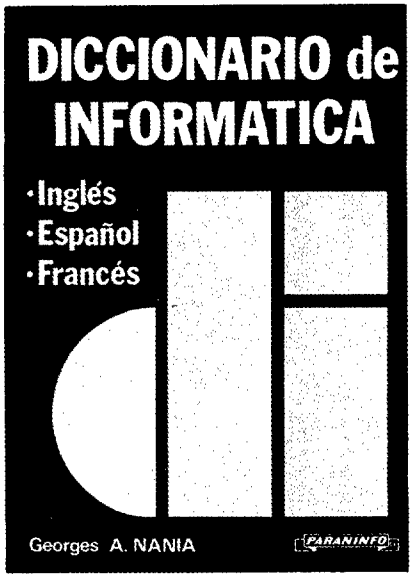
Durante el conflicto armado que se desarrolló en 1957-58 en el Africa Occidental española, fue el coronel Ferrándiz, Jefe de las FF.AA. del Sáhara, con sede en El Aaiún, realizando personalmente numerosos vuelos de reconocimiento sobre Daora, Tan Tan, Hagunía, Smara, Edchera, Guelta Zemur y otros lugares de nombres tan musicales y exóticos como éstos. Terminada la campaña con la ocupación y pacificación de todo el territorio, regresó a Madrid, recibiendo la Dirección de la Escuela de Transmisiones.

Ascendió a general de brigada en 1964, y tras desempeñar la jefatura de las FF.AA. del Mando de la Defensa Aérea durante poco más de un año, fue nombrado Jefe del Servicio de Transmisiones del Aire. Representó a España en el Seminario de Logística Militar del Centro Europeo I.B.M. en La Haya, en 1966, y al año siguiente, ya general de división, fue nombrado vocal de la Junta Interministerial de Transmisiones, organismo del Alto E.M.

Desde 1970 en que fue clasificado en el Grupo B, fue presidente del Tribunal Aeronáutico y de la Comisión Asesora de Navegación Aérea hasta su pase a la situación de Reserva en 1974, siendo entonces ascendido a teniente general honorario.

El teniente general Ferrándiz murió en el Hospital del Aire, de Madrid, el 9 de febrero de 1978. ■

bibliografía



DICCIONARIO DE INFORMATICA, por Georges A. Nania. Un volumen de 783 páginas de 15,5 × 21,5 cms. Publicado por Editorial Paraninfo. Magallanes, 25. 28015 Madrid.

Esta obra ha sido publicada en Francia con el nombre de Dictionnaire d'Informatique, y es debido a Georges A. Mania, Jefe de la División de Computadoras y Tratamiento de Textos del Banco de Roma, en Niza (Francia). La edición española ha sido cuidadosamente revisada por Francisco Sanchís Llorca y Joaquín Mangada Sanz. Contiene 11.000 términos y frases que aparecen frecuentemente en los campos de la ciencia informática, tratamiento de textos, proceso y transferencia de datos. Cada término o frase está expresado en tres idiomas: inglés, francés y español. Está dividido en tres partes: una cuya entrada se da en inglés, otra en español y por último en francés. Al principio de la obra se explican, también en los tres idiomas, las principales abreviaturas utilizadas en Informática, en lengua inglesa.

Este diccionario es de gran utilidad para aquellos que estén relacionados con la Informática. Asimismo es muy práctico para los que estudien cualquiera de las ramas de esta ciencia, que se está abriendo camino en el mundo, y que está aventajando a muchas de las más clásicas. No cabe destacar la importancia que tiene la Informática en Defensa, ya que actualmente todos los ingenios bélicos, lo mismo terrestres, aéreos o navales están dotados de sofisticados sistemas electrónicos.

Se puede decir que esta obra está especialmente indicada como instrumento de trabajo para los fabricantes de equipos en la rama de informática, en el desarrollo de nuevos programas, en la programación de proyectos, en el análisis de sistemas, en traducciones, en escritos técnicos, en educación, en bibliotecas, en agencias instrumentales, en institutos de investigación y en firmas de consultores de ingeniería de informática.

Cabe añadir que el tamaño del libro lo hace perfectamente manejable.

ONDAS ELECTROMAGNETICAS Y SISTEMAS RADIANTES, por Edward C. Jordan y Keith G. Balmain. Un volumen de 822 páginas de 15,5 × 21,5 cms. Publicado por Editorial Paraninfo. Magallanes, 25. 28015 Madrid.

Versión castellana, realizada por el Ingeniero de Telecomunicación Don Joaquín Gómez Barquero, de la tercera edición de una obra clásica en la materia. Todas las ediciones han tenido un éxito sostenido en Estados Unidos. En esa edición se utilizan métodos matemáticos muy avanzados como son las funciones de Dirac y de Green. Pero su empleo viene supeditado a las circunstancias, pudiendo seguir las explicaciones sin recurrir a éllas. Esto hace el libro adecuado a cursos de nivel medio. Se trata con bastante detenimiento la interacción entre

LIBROS INGRESADOS EN LA BIBLIOTECA CENTRAL DEL CUARTEL GENERAL DEL AIRE (4.° Trimestre de 1985)

AGUADO SANCHEZ, Francisco: Historia de la Guardia Civil... Madrid, EHSA, 1983 - 1985.

BETTS, Richard K.: Solidaridad y Seguridad: OTAN después de las INF. Madrid. Fundación Friedrich Ebert (S.: 1984).

BRAVO NAVARRO, Martín: Registro Nacional de Aeronaves. Estudio jurídico... con anexo en el que se relacionan las aeronaves matriculadas según situación al 1 de septiembre de 1984... Madrid. Dirección General de Aviación Civil (S.A.: 1984).

DIAZ DE LA IGLESIA, Raimundo: Comunicaciones por fibra óptica. Manual de Ingeniería. Barcelona, etc., Marcombo (S.A.: 1985).

ESPAÑA. Servicio de Estadística de las Fuerzas Armadas. Estadística de reclutamiento y reemplazo de los Ejércitos (Alistamiento). Madrid. 1984.

FERNANDEZ, Carlos: Tensiones militares durante el franquismo... Esplugues de Llobregat (Barcelona). Plaza & Janés, 1985.

FONT TULLOT, Inocencio: Climatología de España y Portugal... Madrid, Instituto Nacional de Climatología, 1983.

GALICIA. Galicia desde el aire. Guión: Ignacio Martínez Eiroa. Introducción, selección y textos: José Filgueira Valverde. Madrid. Ministerio de Defensa, etc., 198

GARCIA MIRA, Jerónimo: "De la mentira, la verdad". (Diario de la Guerra Civil Española. Información marxista comentada)... Orihuela (Alicante), 1940.

GIARRATANO, Joseph C.: Los Ordenadores. Fundamentos y Sistemas... Traducción: Blanca de Mendizábal Allende. Madrid, Edic. Díaz de Santos, 1984.

GONZALEZ DE CARDENAL, Olegario: El poder y la conciencia. Rostros personales frente a poderes anónimos. Prólogo: Pedro Laín Entralgo. 2.ª ed. Madrid. Espasa-Calpe, 1985.

GOSALBEZ CELDRAN, Alfredo: Estrategias para la acción psicológica. Madrid. Estado Mayor del Ejército. Servicio de Publicaciones (S.a.: 1984).

GREENE, Graham: Descubriendo al General. Traducción de Rosalía Vázquez. Esplugues de Llobregat (Barcelona). Plaza & Janés, 1985.

HUYGHE, René. La noche anuncia la Aurora. Diálogo entre Oriente y Occidente sobre la crisis contemporánea. Traducción: Alberto Luis Bixio. Buenos Aires. EMECE, 1985.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Madrid: Atlas climático de España. Realizado bajo la dirección de Inocencio Font Tullot... Madrid, 1983.

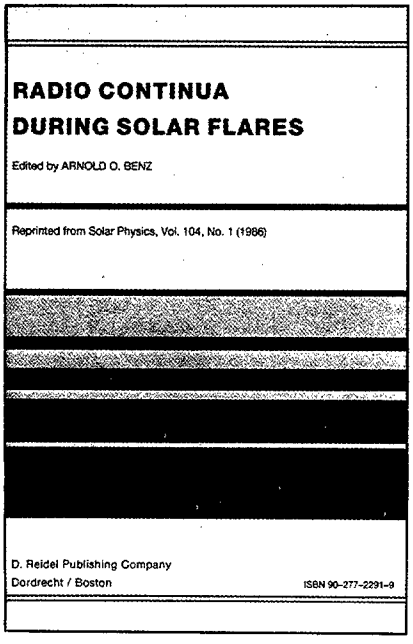
ISSUES: Issues un C³I Program Management. Requirements, Systems and operations. Edite by Dr. Jon L. Boyes. Foreword by Donald C. Latham. Reimp. Washington, etc., AFCEA. International Press, 1985.

campos y materia, ya que los avances en la tecnología electromagnética están íntimamente ligados al desarrollo de nuevos materiales. Se tratan asimismo con mucha extensión los nuevos descubrimientos sobre comunicaciones por satélites, radiografía y holografía, haciendo hincapié en el descubrimiento de estructuras independientes de las frecuencias, así como las logarítmicamente periódicas. Se pone en evidencia la creciente interacción entre la ciencia y la ingeniería, lo que requiere que el ingeniero tenga un conocimiento bastante profundo de la física de los problemas prácticos. Se presta mucha atención a la relación entre la teoría de Maxwell sobre las ondas electromagnéticas y la relatividad especial.

Esta obra es un buen libro de texto para escuelas de ingenieros, pero al mismo tiempo puede ser muy útil al que quiera enterarse del estado actual de la parte de la técnica que trata de radiaciones electromagnéticas.

INDICE: Capítulo 1.—Fundamentos del análisis del electromagnetismo. Capítulo 2.—Electrostática. Capítulo 3.—Campo magnético estacionario. Capítulo 4.—Ecuaciones de Maxwell. Capítulo 5.—Ondas electromagnéticas. Capítulo 6.—El vector de Poynting y el flujo de potencia. Capítulo 7.—Ondas guiadas. Capítulo 8.—Guiaondas. Capítulo 9.—Interacción entre los campos y la materia. Capítulo 10.—Radiación. Capítulo 11.—Fundamentos de las antenas. Capítulo 12.—Baterías de antenas. Capítulo 13.—Radiadores secundarios y antenas de apertura. Capítulo 14.—Impedancia. Capítulo 15.—Principios de diseño de antenas de banda ancha. Capítulo 16.—Propagación de ondas terrestres. Capítulo 17.—Propagación ionosférica. Capítulo 18.—Teoría electromagnética y relatividad especial. Apéndice I. Apéndice II. Lista de símbolos. Conversión de unidades.

RADIO CONTINUA DURING SOLAR FLARES (EMISION CONTINUA DE RADIO DURANTE LAS PERTURBACIONES SOLARES). Editado por Arnoldo Benz. Un volumen de VIII + 256 páginas de 17 × 25 cms. Publicado por D. Reidel Publishing Company. Spuiboulevard 50. P.O. Box 989/3300 AZ Dordrecht. Holanda. En inglés. Precio: En tela, 79 $

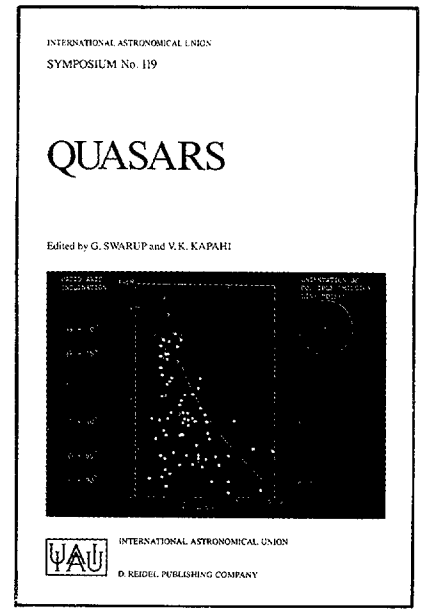


La emisión continua de radio y la estructura fina (en particular las puntas de milisegundos), han despertado recientemente mucho interés, como herramientas que permiten diagnosticar e interpretar la energía disipada y la aceleración de partículas en las perturbaciones solares. Esta obra intenta que los observadores activos de la fase impulsiva de las perturbaciones en emisiones de radio, encuentren una terminología común para comparar sus observaciones con las de otros, y asimismo puedan confrontarlas con conceptos teóricos. Se puede decir que esta obra representa un resumen representativo del estado actual de este campo y aclara las perspectivas hacia el futuro.

Los radioastrónomos europeos, agrupados en CESRA (Círculo europeo de radio astrónomos solares) tuvieron la idea de tener unas jornadas de trabajo para tratar el tema de la influencia de las perturbaciones solares en las emisiones de radio. Estas jornadas tuvieron lugar en Duino, cerca de Trieste (Italia), los días 27 a 31 de mayo de 1985. En la obra que reseñamos se publica una selección de los trabajos presentados en esas jornadas, a las que asistieron 44 científicos de 18 países: Italia, Grecia, Suiza, Brasil, India, USA, Noruega, Checoeslovaquia, Holanda, Japón, Francia, Gran Bretaña, Australia, Yugoslavia, Canadá, Alemania Oeste, Finlandia y China.

INDICE: Tabla de Contenidos. Prefacio. Lista de participantes. Sesión I.—Vista general de la continuidad de las emisiones de radio durante las perturbaciones solares. Sesión II.—Estructura fina. Sesión III.—Entorno coronario de las emisiones de radio. Sesión IV.—Puntas de radio de milisegundos. Sesión V.—Distribución de las emisiones de radio en relación con otras perturbaciones de radio. Discusión de nuevas tecnologías para el próximo ciclo solar. Sesión VI.—Emisiones sincrotónicas.

QUASARS. Editado por G. Swarup y V. K. Kapahi. Un volumen de XX + 605 páginas de 17 × 24,5 cms. Publicado por D. Reidel Publishing Company. Spuiboulevard 50. P.O. Box 322/3300. AH Dordrecht. Holanda. En inglés.



Volumen que recoge los trabajos presentados en el 119° Simposio celebrado por la Unión Astronómica Internacional (UAI/IAU), en Bangalore (India), los días 2 al 6 de diciembre de 1985. Todos los trabajos versaron sobre el estudio de los quasars, que, como es sabido ha conseguido recientemente retener la atención de los científicos mundiales. En este campo se han obtenido resultados extraordinariamente espectaculares, lo mismo teóricos que prácticos. En este simposio, del ancho márgen de temas que se pueden tratar sobre quásars, se han incluido sus propiedades de continuidad, su estructura y morfología, y en las regiones del espectro de frecuencia radio, infrarrojos, óptico, ultravioleta y rayos X, sus líneas de emisión y absorción, la naturaleza y modelos de sus fuentes de energía, su evolución cosmológica y lo que ello implica, así como su utilización como sondas del medio circundante y de la materia oscura en el Universo. Los Quásars se definen como manifestaciones extremas de actividades violentas que tienen lugar en núcleos galácticos activos.

A este Simposio asistieron unos 200 científicos (entre ellos tres españoles), pertenecientes a 20 países: Italia, India, Alemania Occidental, Francia, Gran Bretaña, Australia, USA, Africa del Sur, Chile, España, Holanda, Méjico, Bélgica, Canadá, China, Rusia, Polonia, Noruega, Dinamarca y Finlandia.

INDICE: Tabla de contenidos. Prefacio. Comité Organizador. Lista de participantes. Lectura introductoria. I.—Observaciones. Observaciones de los quásars. II.—Emisión continua. Emisión radio de quásars seleccionados ópticamente. Estructura radio compacta de los quásars. Distribuciones de polarización en fuentes de radio compactas. La extendida estructura radio de los quásars. Resultados de satélites de rayos X. Emisión de rayos X inducida en los radio quásars. III.—Estudios sobre las líneas espectrales. Observación de las líneas de emisión QSO. Objetos casi estelares. Estudios teóricos del espectro de las líneas de emisión. Dinámica de gases y formación de la región lineal extendida de QSO. IV.—Fuentes de energía, modelos y mecanismos. Modelos de agujeros negros de quásars. Variabilidad e inestabilidad de los discos de acreción. V.—Estudios cosmológicos, agrupaciones, isotropía, etc. Evolución de la función de luminosidad. Agrupaciones, isotropía y desarrollo de los desplazamientos. Desplazamientos no cosmológicos. Parejas de quasares. VI.—Quasares utilizados como sondas del medio. Lentes gravitatorias: observaciones. Lentes gravitatorias-modelos. Lines de absorción de QSO: elementos pesados y nubes -Lyam. Resumen: prospecciones futuras. Indice temático. Indice de objetos. Indice de autores. ■

última página: pasatiempos

PROBLEMA DEL MES, por MIRUNI

Hallar el número natural más pequeño que cumpla la condición de que cuando su primera cifra de la izquierda se coloca en el último lugar de la derecha, el número resultante es vez y media el número original.

SOLUCION AL PROBLEMA DEL MES ANTERIOR

Llamemos a clepsidra de 12 horas, A; a la de 8, B; a la de 6, C y finalmente a la de 3 horas, D.

Ponemos en funcionamiento simultáneamente las A, B y D. Cuando la D quede vacía, habrán transcurrido 3 horas y a la A le quedarán 9 horas y a la B, 5 horas. Ponemos en marcha la C. Cuando la B se quede vacía, habrán pasado 5 horas más, que en total ya suman 8 horas. Ahora a la A le quedarán todavía 4 horas y a la C, 1 hora. Ahora paramos la C. Cuando se vacíe la A, habrán transcurrido 4 horas más y en total 12. Abrimos de nuevo la C y cuando se vacíe habrá pasado una hora más, en total 13 horas y todas las clepsidras estarán vacías.

JEROGLIFICOS, por ESABAG

¿Cómo resultó el ataque?

?

¿Qué pinta Pepe?

D+D

MONTES

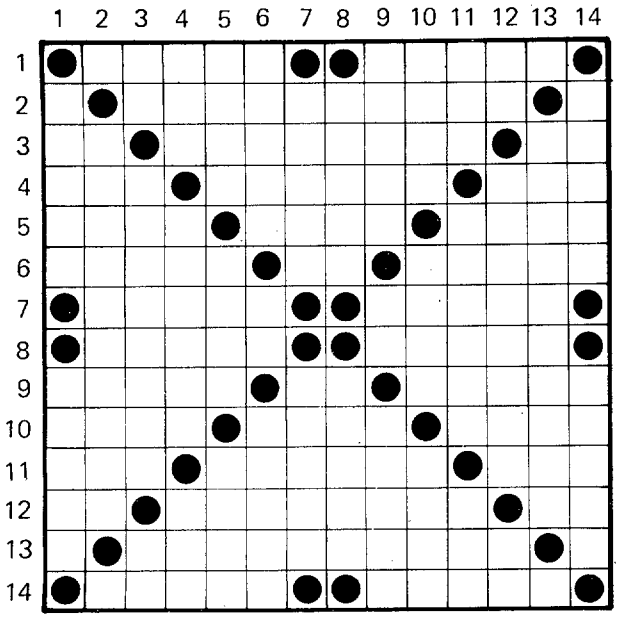
¿Cuántos aviones vuelan?

2010001

¿Cómo llevas el curso?

Q

CRUCIGRAMA 7/87, por EAA.



SOLUCION A LOS JEROGLIFICOS DEL MES ANTERIOR

1.—BUFFALO
2.—No está aquí
3.—De tanteo
4.—Frío

HORIZONTALES: 1.—Codificación NATO del avión Tu-114 "Rosiya". Avión yugoslavo Soko G-2A. 2.—Matrícula. Avión Airspeed AS-35. Vocal. 3.—Nota musical. Uno de los Breguet XIV que inauguró los aeródromos canarios. Un señor abreviado. 4.—Onomatopeya de golpe. Puso límites. Adverbio. 5.—Dios del amor. Al revés, destacar un feo. Elevado. 6.—Al revés, tortada. En Nikita. Planta ornamental. 7.—Batracios masculinos. Bramar el león. 8.—Que niega la existencia de Dios. Al revés, triturar. 9.—Al revés, nombre de mujer. Primero. Al revés, calidad moral. 10.—Juntes. Parte del avión (pl.). Cayó nieve. 11.—Animal cuadrúpedo doméstico. Poned lelo. Título inglés. 12.—Infinitivo. Avión checo Aero L-39. En Kas. 13.—Vocal Avión Bell P-39. Punto cardinal. 14.—De mucho valor. Percibirán por el oído.

VERTICALES: 1.—Población alicantina. De oro. 2.—Matrícula. Avión Aerospace CT-4. Matrícula. 3.—Nota musical. Avión Nord 2501. Vocal repetida. 4.—Empresa de transportes municipales. Repares un daño. Al revés, desembocadura de un río. 5.—Nombre de varón. Al revés, codificación NATO del avión Il-18. Al revés, adorno. 6.—Nombre de mujer. Matrícula. Amaneceres. 7.—Semilla. Al revés, derríbala. 8.—Al revés, interceptador IAI C-2 (pl.). Me elevo con impulso y caigo. 9.—Cierto instrumento músico de viento. Consonante doble. Al revés, labores artesanales. 10.—En Adolfo. Adverbio. Diminutivo de nombre de mujer. 11.—Alabe. Avión Caudrón C-600. Servicio de Salvamento. 12.—Infinitivo. En plural, avión Cant Z-1007. Sociedad Anónima. 13.—Consonante. Nombre ruso del bombardero Il-2 "Bark". Punto cardinal. 14.—Individuos de un pueblo primitivo. Codificación NATO del helicóptero Yark-24.

SOLUCION AL CRUCIGRAMA 6/87

HORIZONTALES: 1.—Motes. Hound. 2.—O. Supersabre. C. 3.—CA. Seguiros. FI. 4.—Res. Salsee. Ala. 5.—aroD. Roan. Olas. 6.—Poder. Sr. Abece. 7.—naleP. Treme. 8.—Alfil. naraP. 9.—Subir. NA. Ponla. 10.—OTAN. Caza. Nial. 11.—laT. Aéreos. ATI. 12.—As. Carianos. Ez. 13.—R. Blackbirds. E. 14.—Calao. oidoS.